Memorial de cálculo

O presente documento tem por finalidade descrever o projeto de construção de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015

Dados da edificação

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Altura (m) | Largura (m) | Comprimento (m) |
| 6.20 m | 28.80 m | 40.02 m |

A área de exposição equivalente (Ad) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

Ad = 4117.21 m²

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: IV

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: 6.2x10^-1/km² x ano

Risco de perda de vida humana (R1) - Padrão

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.75x10^-3/ano |

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

|  |  |
| --- | --- |
| Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo) | 1 |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | 1 |
| Pa = Pta x Pb | 1 |

La (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso) | 1x10^-2 |
| Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| La = rt x Lt x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-4 |

Ra = Nd x Pa x La

Ra = 1.75x10^-7/ano

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 | | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano | | |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.75x10^-3/ano | | |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | | 1 |

Lb (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial) | 1 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 2x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lb = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760) | 2x10^-4 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 3.5x10^-7/ano

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.75x10^-3/ano |

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T | 1 | 1 |
| Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)] | 1 | |

Lc (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-3 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lc = Lo x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-3 |

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 1.75x10^-6/ano

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura) | 845278.16 m² |
| Nm = Ng × Am × 10^-6 | 5.24x10^-1/ano |

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno) | 1 | 1 |
| Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV) | 1 | 1 |
| Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema) | 1 | 1 |
| Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)² | 1 | 1 |
| Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T | 1 | 1 |
| Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)] | 1 | |

Lm (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-3 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lm = Lo x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-3 |

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 5.24x10^-4/ano

Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-3/ano | 2.48x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | 0/ano |
| Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas) | | | | 1 |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | | | 1 |

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld | 1 | 1 |

Lu (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso) | 1x10^-2 |
| Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lu = rt × Lt × (nz / nt) × (tz / 8760) | 1x10^-4 |

Ru = Ru.E + Ru.T

Ru = [(Nl.E + Ndj.E) x Pu.E x Lu] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pu.T x Lu]

Ru = 4.96x10^-7/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-3/ano | 2.48x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | | | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | | | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | | | 0/ano |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | 1 |

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pv = Peb x Pld x Cld | 1 | 1 |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial) | 1 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 2x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lv = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760) | 2x10^-4 |

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 9.92x10^-7/ano

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-3/ano | 2.48x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | 0/ano |

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pw = Pspd x Pld x Cld | 1 | 1 |

Lw (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-3 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lw = Lo x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-3 |

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 4.96x10^-6/ano

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Ai = 4000 x Ll | 4000000 m² | | 4000000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-1/ano | 2.48x10^-1/ano |

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos) | 1 | 1 |
| Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha) | 1 | 1 |
| Pz = Pspd x Pli x Cli | 1 | 1 |

Lz (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-3 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lz = Lo x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-3 |

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 4.96x10^-4/ano

Resultado de R1

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz

R1 = 1.03x10^-3/ano

Risco de perdas de serviço ao público (R2) - Padrão

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 | | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano | | |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.75x10^-3/ano | | |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | | 1 |

Lb (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lb = rp x rf x Lf x (nz/nt) | 1x10^-3 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 1.75x10^-6/ano

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.75x10^-3/ano |

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T | 1 | 1 |
| Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)] | 1 | |

Lc (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lc = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 1.75x10^-5/ano

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura) | 845278.16 m² |
| Nm = Ng × Am × 10^-6 | 5.24x10^-1/ano |

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno) | 1 | 1 |
| Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV) | 1 | 1 |
| Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema) | 1 | 1 |
| Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)² | 1 | 1 |
| Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T | 1 | 1 |
| Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)] | 1 | |

Lm (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lm = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 5.24x10^-3/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-3/ano | 2.48x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | | | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | | | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | | | 0/ano |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | 1 |

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pv = Peb x Pld x Cld | 1 | 1 |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt) | 1x10^-3 |

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 4.96x10^-6/ano

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-3/ano | 2.48x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | 0/ano |

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pw = Pspd x Pld x Cld | 1 | 1 |

Lw (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lw = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 4.96x10^-5/ano

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Ai = 4000 x Ll | 4000000 m² | | 4000000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-1/ano | 2.48x10^-1/ano |

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos) | 1 | 1 |
| Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha) | 1 | 1 |
| Pz = Pspd x Pli x Cli | 1 | 1 |

Lz (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lz = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 4.96x10^-3/ano

Resultado de R2

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz

R2 = 1.03x10^-2/ano

Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão

Os resultados para risco de perda de patrimônio cultural levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e em uma linha conectada à estrutura.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 | | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano | | |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.75x10^-3/ano | | |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | | 1 |

Lb (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R$) | 0 |
| ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R$) | 3000000 |
| Lb = rp x rf x Lf x (cz/ct) | 0 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 0/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-3/ano | 2.48x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | | | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | | | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | | | 0/ano |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | 1 |

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pv = Peb x Pld x Cld | 1 | 1 |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R$) | 0 |
| ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R$) | 3000000 |
| Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct) | 0 |

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 0/ano

Resultado de R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R3 = Rb + Rv

R3 = 0/ano

Risco de perda de valores econômicos (R4) - Padrão

Os resultados para o risco de perda de valor econômico levam em consideração a avaliação da eficiência do custo da proteção pela comparação do custo total das perdas com ou sem as medidas de proteção. Neste caso, a avaliação das componentes de risco R4 devem ser feitas no sentido de avaliar tais custos.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 | | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano | | |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.75x10^-3/ano | | |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | | 1 |

Lb (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| ca (Valor dos animais na zona) (R$) | 0 |
| cb (Valor da edificação relevante à zona) (R$) | 3x10^6 |
| cc (Valor do conteúdo da zona) (R$) | 6x10^5 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lb = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT) | 1x10^-3 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 1.75x10^-6/ano

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.75x10^-3/ano |

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T | 1 | 1 |
| Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)] | 1 | |

Lc (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-4 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lc = Lo x (cs/CT) | 1.37x10^-6 |

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 2.39x10^-9/ano

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura) | 845278.16 m² |
| Nm = Ng × Am × 10^-6 | 5.24x10^-1/ano |

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno) | 1 | 1 |
| Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV) | 1 | 1 |
| Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema) | 1 | 1 |
| Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)² | 1 | 1 |
| Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T | 1 | 1 |
| Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)] | 1 | |

Lm (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-4 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lm = Lo x (cs/CT) | 1.37x10^-6 |

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 7.18x10^-7/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-3/ano | 2.48x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | | | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | | | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | | | 0/ano |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | 1 |

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pv = Peb x Pld x Cld | 1 | 1 |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| ca (Valor dos animais na zona) (R$) | 0 |
| cb (Valor da edificação relevante à zona) (R$) | 3x10^6 |
| cc (Valor do conteúdo da zona) (R$) | 6x10^5 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT) | 1x10^-3 |

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 4.96x10^-6/ano

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-3/ano | 2.48x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | 0/ano |

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pw = Pspd x Pld x Cld | 1 | 1 |

Lw (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-4 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lw = Lo x (cs/CT) | 1.37x10^-6 |

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 6.8x10^-9/ano

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Ai = 4000 x Ll | 4000000 m² | | 4000000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 1 | 1 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 2.48x10^-1/ano | 2.48x10^-1/ano |

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 1 | 1 |
| Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos) | 1 | 1 |
| Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha) | 1 | 1 |
| Pz = Pspd x Pli x Cli | 1 | 1 |

Lz (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-4 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lz = Lo x (cs/CT) | 1.37x10^-6 |

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 6.8x10^-7/ano

Resultado de R4

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R4 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz

R4 = 8.12x10^-6/ano

Avaliação do custo de perdas do valor econômico - Padrão

Resultado das perdas de valor econômico

As perdas de valor econômico são afetadas diretamente pelas características de cada tipo de perda da zona. O custo total de perdas da estrutura (CT) é o somatório dos valores estabelecidos para cada tipo de perda da estrutura e quando multiplicado pelo risco (R4) obtêm-se o custo anual de perdas (CL).

Custo total de perdas (ct)

O custo total de perdas (ct) é a somatória dos valores de perdas na zona, compreendendo o valor dos animais na zona (ca), o valor da edificação relevante à zona (cb), o valor do conteúdo da zona (cc) e o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona (cs). O seu valor calculado é monetário.

ct = ca + cb + cc + cs

ct = 3,65x10^6

Custo total de perdas da estrutura (CT)

O custo total de perdas da estrutura (CT) é a somatória dos valores de perdas de todas as zonas da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

CT = ct (z1) + ... ct (zn)

CT = 3,65x10^6

Custo anual de perdas (CL)

O custo anual de perdas (CL) é a multiplicação entre o custo total de perdas (CT) e o risco (R4), na qual contribui para análise do risco econômico total da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

CL = CT x R4

CL = 0,03x10^3

Avaliação final do risco - Estrutura

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. O risco para a estrutura é a soma dos riscos relevantes de todas as zonas da estrutura; em cada zona, o risco é a soma de todos os componentes de risco relevantes na zona.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Zona | R1 | R2 | R3 | R4 |
| Estrutura | 102.89x10^-5 | 10.28x10^-3 | 0 | 0.0081x10^-3 |

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)

R1 = 102.89x10^-5/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA é necessária, segundo a norma NBR5419/2015, pois R > 10^-5

R2: risco de perdas de serviço ao público

R2 = 10.28x10^-3/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA é necessária, segundo a norma NBR5419/2015, pois R > 10^-3

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

R3 = 0/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois R <= 10^-4

R4: risco de perda de valor econômico

R4 = 0.0081x10^-3/ano

CT: custo total de perdas de valor econômico da estrutura (valores em $)

CT = 3,65x10^6

CL: custo anual de perdas (valores em $)

CL = 0,03x10^3

Memorial de cálculo (RE - CÁLCULO)

O presente documento tem por finalidade descrever o projeto de construção de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015

Dados da edificação

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Altura (m) | Largura (m) | Comprimento (m) |
| 6.20 m | 28.80 m | 40.02 m |

A área de exposição equivalente (Ad) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

Ad = 4117.21 m²

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: IV

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: 6.2x10^-1/km² x ano

Número de descidas

Quantidade de descidas (N), em decorrência do espaçamento médio dos condutores de descida e do nível de proteção.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Pavimento | Perímetro (m) | Espaçamento (m) | Número de descidas |
| Térreo | 136.48 | 22.89 | 12 |
| Pavimento 1 | 136.89 | 18.94 | 12 |
| Cobertura | 117.80 | 18.89 | 8 |

Seção das cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Material | Captor (mm²) | Descida (mm²) | Aterramento (mm²) |
| Cobre | 35 | 35 | 50 |

Definições padrão NBR 5419/2015 em referência ao nível de proteção

Com o nível de proteção definido, a NBR 5419/2015 apresenta as características do SPDA a serem adotadas no projeto:

Ângulo de proteção (método Franklin) = 79º a 70º

Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 20 m

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 60 m

Anéis de cintamento

Eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da estrutura.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pavimento | Nível (m) | Altura em relação ao solo (m) |
| Térreo | 0.00 | -0.50  1.10 |
| Pavimento 1 | 3.80 | 4.60 |
| Cobertura | 6.20 | 6.20 |

Risco de perda de vida humana (R1) - Padrão

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.28x10^-3/ano |

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

|  |  |
| --- | --- |
| Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo) | 1x10^-2 |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | 2x10^-1 |
| Pa = Pta x Pb | 2x10^-3 |

La (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso) | 1x10^-2 |
| Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| La = rt x Lt x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-4 |

Ra = Nd x Pa x La

Ra = 2.55x10^-10/ano

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano | |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.28x10^-3/ano | |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | | 2x10^-1 | |

Lb (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10^-1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial) | 1 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 2x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lb = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-4 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 2.55x10^-8/ano

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.28x10^-3/ano |

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)] | 9.75x10^-2 | |

Lc (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-3 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lc = Lo x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-3 |

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 1.24x10^-7/ano

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura) | 838282.81 m² |
| Nm = Ng × Am × 10^-6 | 5.2x10^-1/ano |

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno) | 2x10^-1 | 2x10^-1 |
| Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV) | 1 | 1 |
| Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema) | 1 | 1 |
| Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)² | 4x10^-2 | 4x10^-2 |
| Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T | 2x10^-3 | 2x10^-3 |
| Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)] | 4x10^-3 | |

Lm (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-3 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lm = Lo x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-3 |

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 2.08x10^-6/ano

Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-3/ano | 1.24x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | 0/ano |
| Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas) | | | | 0.1 |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | | | 0.05 |

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld | 5x10^-3 | 5x10^-3 |

Lu (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso) | 1x10^-2 |
| Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lu = rt × Lt × (nz / nt) × (tz / 8760) | 1x10^-4 |

Ru = Ru.E + Ru.T

Ru = [(Nl.E + Ndj.E) x Pu.E x Lu] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pu.T x Lu]

Ru = 1.24x10^-9/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-3/ano | 1.24x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | | 0 m² | |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | | 0.25 | |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | | 0/ano | |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | 0.05 | |

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pv = Peb x Pld x Cld | 5x10^-2 | 5x10^-2 |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10^-1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial) | 1 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 2x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lv = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-4 |

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 1.24x10^-8/ano

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-3/ano | 1.24x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | 0/ano |

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pw = Pspd x Pld x Cld | 5x10^-2 | 5x10^-2 |

Lw (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-3 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lw = Lo x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-3 |

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 1.24x10^-7/ano

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Ai = 4000 x Ll | 4000000 m² | | 4000000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-1/ano | 1.24x10^-1/ano |

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos) | 1 | 1 |
| Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha) | 0 | 0 |
| Pz = Pspd x Pli x Cli | 0 | 0 |

Lz (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-3 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada) | 8760 h/ano |
| Lz = Lo x (nz/nt) x (tz/8760) | 1x10^-3 |

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 0/ano

Resultado de R1

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz

R1 = 2.37x10^-6/ano

Risco de perdas de serviço ao público (R2) - Padrão

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano | |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.28x10^-3/ano | |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | | 2x10^-1 | |

Lb (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10^-1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lb = rp x rf x Lf x (nz/nt) | 5x10^-4 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 1.28x10^-7/ano

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.28x10^-3/ano |

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)] | 9.75x10^-2 | |

Lc (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lc = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 1.24x10^-6/ano

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura) | 838282.81 m² |
| Nm = Ng × Am × 10^-6 | 5.2x10^-1/ano |

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno) | 2x10^-1 | 2x10^-1 |
| Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV) | 1 | 1 |
| Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema) | 1 | 1 |
| Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)² | 4x10^-2 | 4x10^-2 |
| Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T | 2x10^-3 | 2x10^-3 |
| Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)] | 4x10^-3 | |

Lm (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lm = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 2.08x10^-5/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-3/ano | 1.24x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | | 0 m² | |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | | 0.25 | |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | | 0/ano | |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | 0.05 | |

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pv = Peb x Pld x Cld | 5x10^-2 | 5x10^-2 |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10^-1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt) | 5x10^-4 |

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 6.2x10^-8/ano

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-3/ano | 1.24x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | 0/ano |

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pw = Pspd x Pld x Cld | 5x10^-2 | 5x10^-2 |

Lw (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lw = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 1.24x10^-6/ano

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Ai = 4000 x Ll | 4000000 m² | | 4000000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-1/ano | 1.24x10^-1/ano |

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos) | 1 | 1 |
| Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha) | 0 | 0 |
| Pz = Pspd x Pli x Cli | 0 | 0 |

Lz (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-2 |
| nz (Número de pessoas na zona considerada) | 195 |
| nt (Número total de pessoas na estrutura) | 195 |
| Lz = Lo x (nz/nt) | 1x10^-2 |

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 0/ano

Resultado de R2

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz

R2 = 2.34x10^-5/ano

Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão

Os resultados para risco de perda de patrimônio cultural levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e em uma linha conectada à estrutura.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano | |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.28x10^-3/ano | |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | | 2x10^-1 | |

Lb (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10^-1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R$) | 0 |
| ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R$) | 3000000 |
| Lb = rp x rf x Lf x (cz/ct) | 0 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 0/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-3/ano | 1.24x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | | 0 m² | |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | | 0.25 | |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | | 0/ano | |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | 0.05 | |

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pv = Peb x Pld x Cld | 5x10^-2 | 5x10^-2 |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10^-1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R$) | 0 |
| ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R$) | 3000000 |
| Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct) | 0 |

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 0/ano

Resultado de R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R3 = Rb + Rv

R3 = 0/ano

Risco de perda de valores econômicos (R4) - Padrão

Os resultados para o risco de perda de valor econômico levam em consideração a avaliação da eficiência do custo da proteção pela comparação do custo total das perdas com ou sem as medidas de proteção. Neste caso, a avaliação das componentes de risco R4 devem ser feitas no sentido de avaliar tais custos.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano | |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.28x10^-3/ano | |
| Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos) | | 2x10^-1 | |

Lb (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10^-1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| ca (Valor dos animais na zona) (R$) | 0 |
| cb (Valor da edificação relevante à zona) (R$) | 3x10^6 |
| cc (Valor do conteúdo da zona) (R$) | 6x10^5 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lb = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT) | 5x10^-4 |

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 1.28x10^-7/ano

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Cd (Fator de localização) | 5x10^-1 |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6 | 1.28x10^-3/ano |

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)] | 9.75x10^-2 | |

Lc (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-4 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lc = Lo x (cs/CT) | 1.37x10^-6 |

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 1.7x10^-10/ano

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

|  |  |
| --- | --- |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | 6.2x10^-1/km² x ano |
| Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura) | 838282.81 m² |
| Nm = Ng × Am × 10^-6 | 5.2x10^-1/ano |

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura) | 1 | 1 |
| Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno) | 2x10^-1 | 2x10^-1 |
| Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV) | 1 | 1 |
| Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema) | 1 | 1 |
| Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)² | 4x10^-2 | 4x10^-2 |
| Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T | 2x10^-3 | 2x10^-3 |
| Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)] | 4x10^-3 | |

Lm (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-4 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lm = Lo x (cs/CT) | 1.37x10^-6 |

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 2.85x10^-9/ano

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-3/ano | 1.24x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | | 0 m² | |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | | 0.25 | |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | | 0/ano | |
| Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados) | | 0.05 | |

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pv = Peb x Pld x Cld | 5x10^-2 | 5x10^-2 |

Lv (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio) | 5x10^-1 |
| rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura) | 1x10^-2 |
| Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso) | 1x10^-1 |
| ca (Valor dos animais na zona) (R$) | 0 |
| cb (Valor da edificação relevante à zona) (R$) | 3x10^6 |
| cc (Valor do conteúdo da zona) (R$) | 6x10^5 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lv = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT) | 5x10^-4 |

Rv = Rv.E + Rv.T

Rv = [(Nl.E + Ndj.E) x Pv.E x Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pv.T x Lv]

Rv = 6.2x10^-8/ano

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Al = 40 x Ll | 40000 m² | | 40000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-3/ano | 1.24x10^-3/ano |

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente) | 0 m² | 0 m² |
| Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente) | 0.25 | 0.25 |
| Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6 | 0/ano | 0/ano |

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento) | 1 | 1 |
| Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento) | 1 | 1 |
| Pw = Pspd x Pld x Cld | 5x10^-2 | 5x10^-2 |

Lw (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-4 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lw = Lo x (cs/CT) | 1.37x10^-6 |

Rw = Rw.E + Rw.T

Rw = [(Nl.E + Ndj.E) x Pw.E x Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) x Pw.T x Lw]

Rw = 1.7x10^-10/ano

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | | Linhas de telecomunicações (T) | |
| Ll (Comprimento da seção de linha) | 1000 m | | 1000 m | |
| Ai = 4000 x Ll | 4000000 m² | | 4000000 m² | |
| Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra) | | 6.2x10^-1/km² x ano | |

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Ci (Fator de instalação da linha) | 0.5 | 0.5 |
| Ct (Fator do tipo de linha) | 1 | 1 |
| Ce (Fator ambiental) | 0.1 | 0.1 |
| Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6 | 1.24x10^-1/ano | 1.24x10^-1/ano |

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Linhas de energia (E) | Linhas de telecomunicações (T) |
| Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados) | 5x10^-2 | 5x10^-2 |
| Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos) | 1 | 1 |
| Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha) | 0 | 0 |
| Pz = Pspd x Pli x Cli | 0 | 0 |

Lz (valores de perda na zona considerada)

|  |  |
| --- | --- |
| Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso) | 1x10^-4 |
| cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R$) | 5x10^4 |
| CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em $) | 3.65x10^6 |
| Lz = Lo x (cs/CT) | 1.37x10^-6 |

Rz = Rz.E + Rz.T

Rz = (Ni.E x Pz.E x Lz) + (Ni.T x Pz.T x Lz)

Rz = 0/ano

Resultado de R4

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

R4 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz

R4 = 1.93x10^-7/ano

Avaliação do custo de perdas do valor econômico - Padrão

Resultado das perdas de valor econômico

As perdas de valor econômico são afetadas diretamente pelas características de cada tipo de perda da zona. O custo total de perdas da estrutura (CT) é o somatório dos valores estabelecidos para cada tipo de perda da estrutura e quando multiplicado pelo risco (R4) obtêm-se o custo anual de perdas (CL).

Custo total de perdas (ct)

O custo total de perdas (ct) é a somatória dos valores de perdas na zona, compreendendo o valor dos animais na zona (ca), o valor da edificação relevante à zona (cb), o valor do conteúdo da zona (cc) e o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona (cs). O seu valor calculado é monetário.

ct = ca + cb + cc + cs

ct = 3,65x10^6

Custo total de perdas da estrutura (CT)

O custo total de perdas da estrutura (CT) é a somatória dos valores de perdas de todas as zonas da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

CT = ct (z1) + ... ct (zn)

CT = 3,65x10^6

Custo anual de perdas (CL)

O custo anual de perdas (CL) é a multiplicação entre o custo total de perdas (CT) e o risco (R4), na qual contribui para análise do risco econômico total da estrutura. O seu valor calculado é monetário.

CL = CT x R4

CL = 0,001x10^3

Avaliação final do risco - Estrutura

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. O risco para a estrutura é a soma dos riscos relevantes de todas as zonas da estrutura; em cada zona, o risco é a soma de todos os componentes de risco relevantes na zona.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Zona | R1 | R2 | R3 | R4 |
| Estrutura | 0.2365x10^-5 | 0.023x10^-3 | 0 | 0.00019x10^-3 |

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)

R1 = 0.2365x10^-5/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois R <= 10^-5

R2: risco de perdas de serviço ao público

R2 = 0.023x10^-3/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois R <= 10^-3

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

R3 = 0/ano

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois R <= 10^-4

R4: risco de perda de valor econômico

R4 = 0.00019x10^-3/ano

CT: custo total de perdas de valor econômico da estrutura (valores em $)

CT = 3,65x10^6

CL: custo anual de perdas (valores em $)

CL = 0,001x10^3