

MEMORIAL DESCRITIVO

INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO

IFMT - CUIABÁ

SPDA

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA DO

AUDITÓRIO

JOSÉ RODRIGUES DOS REIS

ENGENHEIRO ELETRICISTA

CREA-MT 04326/D

APRESENTAÇÃO

O presente memorial descreve o projeto do Sistema de Proteção contra descarga atmosférica do estabelecimento PÚBLICO de Propriedade da IFMT DE CUIABÁ. A obra compõe-se de um Auditório de dois pisos, conforme projetos anexos.

O projeto foi desenvolvido baseado na Norma Técnica Brasileiras NBR 5419/2015.

CONTEÚDO

- Objetivo
- Desenhos de Referência
- Normas
- Considerações Gerais
- Memorial de Cálculo
- Da análise de riscos
- Especificações
- Imagem dos principais materiais
- Relação dos Materiais

OBJETIVO

Este documento tem por objetivo estabelecer condições de Prevenção contra Descarga Atmosférica e determinar as características técnicas de execução dos serviços de implantação do sistema SPDA proposto, em atendimento ao estabelecimento público do Auditório do IFMT Campus de CUIABÁ, cito Rua Profa. Zulmira Canavarros, Esq. com Rua Marechal Floriano Peixoto, 95, CUIABÁ-MT

DESENHOS DE REFERÊNCIA

- Planta Zulmira Canavarros Geral de Locação;
- Planta de Localização de Equipamentos de SPDA.
- Anexos.

NORMAS

Para o desenvolvimento das soluções apresentadas foram observados as normas e códigos a seguir relacionados:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

- NBR 5410/2004- Instalações Elétricas de Baixa Tensão
- NBR 5419/2015- Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A fim de se evitar falsas expectativas sobre o sistema de proteção, gostaríamos de fazer os seguintes esclarecimentos:

1 - A descarga elétrica atmosférica (raio) é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível e aleatório, tanto em relação às suas características elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração, etc), como em relação aos efeitos destruidores decorrentes de sua incidência sobre as edificações.

2 - Nada em termos práticos pode ser feito para se impedir a "queda" de uma descarga em determinada região. Não existe "atração" a longas distâncias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

3 - A implantação e manutenção de sistemas de proteção (para-raios) é normalizada internacionalmente pela IEC (International Electrotechnical Commission) e em cada país por entidades próprias como a ABNT (Brasil), NFPA (Estados Unidos) e BSI (Inglaterra).

4 - Somente os projetos elaborados com base em disposições destas normas podem assegurar uma instalação dita eficiente e confiável. Entretanto, esta eficiência nunca atingirá os 100 % estando, mesmo estas instalações, sujeitas a falhas de proteção. As mais comuns são a destruição de pequenos trechos do revestimento das fachadas de edifícios ou de quinas da edificação ou ainda de trechos de telhados.

5 - Não é função do sistema de para-raios proteger equipamentos eletroeletrônicos (comando de elevadores, interfones, portões eletrônicos, centrais telefônicas, subestações, etc), pois mesmo uma descarga captada e conduzida a terra com segurança, produz forte interferência eletromagnética, capaz de danificar estes equipamentos. Para sua proteção, deverão ser instalados supressores de surto individuais (protetores de linha), conforme indicado no projeto elétrico (diagrama unifilar prancha 04-05).

6 - Os sistemas implantados de acordo com a Norma visam à proteção da estrutura das edificações contra as descargas que a atinjam de forma direta, tendo a NBR-5419/2015 da ABNT como norma básica.

7 - É de fundamental importância que após a instalação haja uma manutenção periódica anual a fim de se garantir a confiabilidade do sistema. São também recomendadas vistorias preventivas após reformas que possam alterar o sistema e toda vez que a edificação for atingida por descarga direta.

8 - A execução deste projeto deverá ser feito por pessoal especializado.

MEMORIAL DE CÁLCULO

Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
14.35 m	22.56 m	65.70 m

Altura (m)

14.35 m

A área de exposição equivalente (A_d) 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 = 14215.23 m²

Dados do projeto

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm ²)	Descida (mm ²)	Aterramento (mm ²)
Cobre			50
Alumínio	70	70	

Classificação da estrutura

Nível de proteção: III

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: 10.48/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
Cobertura	152	15	10

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:

Sistema de captação do tipo Gaiola de Faraday

Material

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Barra Chata de Alumínio: 7/8" x 1/8" x 300 mm – 70 mm²

Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 15 m

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 45 m

DA ANÁLISE DE RISCO

Risco de perda de vida humana (R1)

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)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

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)

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

$$Pa = Pta \times Pb$$

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)

Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

$$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Ra = 3.16 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

$$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 6.32 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

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

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E, Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$$

$$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$$

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

$$Lc = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 3.16 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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 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.

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)

Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)

$$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$$

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

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)

Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)

Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)

Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)

Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)

$$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$$

$$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E, Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$$

$$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$$

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

$$Lm = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 7.65 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

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)

LL (Comprimento da seção de linha)

$$AL = 40 \times LL$$

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

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

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$$

Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos)

Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

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

Pld (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de isolamento)

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$Pu = Ptu \times Peb \times Pld \times Cld$$

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)

Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

$$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$$

$$Ru = Ru.E + Ru.T$$

$$Ru = [(NL.E + Ndj.E) \times Pu.E \times Lu] + [(NL.T + Ndj.T) \times Pu.T \times Lu]$$

$$Ru = 1.8 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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)

LL (Comprimento da seção de linha)

$$AL = 40 \times LL$$

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

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

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$$

Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

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

Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de in

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

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

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incê

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

$$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NL.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NL.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 3.59 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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)

LL (Comprimento da seção de linha)

$$AL = 40 \times LL$$

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

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

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

NL = Ng x AL x Ci x Ce x Ct x 10⁻⁶)

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10⁻⁶

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

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de in

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

Pw = Pspd x Pld x Cld

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento peri

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

Lw = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)

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 = 3.56x10⁻³/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)

LL (Comprimento da seção de linha)

Ai = 4000 x LL

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

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

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$NL = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

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

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada de

Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)

$$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$$

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento peri

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)

$$Lz = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$$

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (NL.E \times Pz.E \times Lz) + (NL.T \times Pz.T \times Lz]$$

$$Rz = 3.56 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

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.

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

$$R1 = 112728,62 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Risco de perdas de serviço ao público (R2)

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)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$$

P_b (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

L_b (valores de perda na zona considerada)

r_p (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)

r_f (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

L_f (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

$$L_b = r_p \times r_f \times L_f \times (n_z/n_t)$$

$$R_b = N_d \times P_b \times L_b$$

$$R_b = 6.32 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

Componente R_c (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.

N_d (número de eventos perigosos para a estrutura)

C_d (Fator de localização)

N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$$

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

P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

C_{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$$P_{c.E} = P_{spd.E} \times C_{ld.E}, \quad P_{c.T} = P_{spd.T} \times C_{ld.T}$$

$$P_c = 1 - [(1 - P_{c.E}) \times (1 - P_{c.T})]$$

L_c (valores de perda na zona considerada)

L_o (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

n_z (Número de pessoas na zona considerada)

n_t (Número total de pessoas na estrutura)

$$L_c = L_o \times (n_z/n_t)$$

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c$$

$$R_c = 3.16 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Componente R_m (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)

Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)

$$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$$

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

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)

Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)

Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)

Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)

Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)

$$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$$

$$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E, Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$$

$$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$$

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

$$Lm = Lo \times (nz/nt)$$

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 7.65 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

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)

LL (Comprimento da seção de linha)

$$AL = 40 \times LL$$

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

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

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$

Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

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

Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de in

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$Pv = Peb \times Pld \times Cld$

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incê

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$

$Rv = Rv.E + Rv.T$

$Rv = [(NL.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NL.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$

$Rv = 3.59 \times 10^{-8} / \text{ano}$

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)

LL (Comprimento da seção de linha)

$AL = 40 \times LL$

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

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

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$

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

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Pld (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de in

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento peri

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

$Lw = Lo \times (nz/nt)$

$Rw = Rw.E + Rw.T$

$Rw = [(NL.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NL.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$

$Rw = 3.56 \times 10^{-4}/ano$

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)

LL (Comprimento da seção de linha)

$Ai = 4000 \times LL$

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

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

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$NL = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$

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

Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)

Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada de

Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)

$$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$$

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento peri

nz (Número de pessoas na zona considerada)

nt (Número total de pessoas na estrutura)

$$Lz = Lo \times (nz/nt)$$

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (NL.E \times Pz.E \times Lz) + (NL.T \times Pz.T \times Lz]$$

$$Rz = 3.56 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

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.

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

$$R2 = 112.73 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

Risco de perdas de patrimônio cultural (R3)

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)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$$

Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incê

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)

ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)

$$Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$$

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 4.97 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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)

LL (Comprimento da seção de linha)

$$AL = 40 \times LL$$

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

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

Ci (Fator de instalação da linha)

Ct (Fator do tipo de linha)

Ce (Fator ambiental)

$$NL = Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)

$$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$$

Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)

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

Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de in

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)

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

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incê

rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)

cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)

ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)

$$Lv = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$$

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(NL.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NL.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$R_v = 2.82 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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.

$$R_3 = R_b + R_v$$

$$R_3 = 0.000078 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Avaliação final do risco

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que pode ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. Foram avaliados os seguintes riscos:

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

$$R_1 = 112728.62 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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

$$R_2 = 112.73 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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

$$R_3 = 0.000078 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois $R \leq 10^{-4}$

ESPECIFICAÇÕES

1.2- DADOS TÉCNICOS

1.2.1. Tipo de proteção utilizada: Método Gaiola de Faraday

1.2.2. Captadores Terminais

a) Tipo ou modelo: Captadores Terminais aéreos e malha de Barra Chata de Alumínio 7/8" x 1/8' x 300 – 70 mm².

b) Condições de instalação: Terminais aéreos **46** / barramento de alumínio 70mm² ao longo do perímetro espaçados a cada 6,0 metros, fixação dos terminais aéreos ficam na vertical (conforme Indicado no projeto do SPDA).

1.2.3. Descidas:

- a) Constituída de barra chata de alumínio 7/8" x 1/8" x 300 mm – 70 mm².
- b) Número de descidas: **10** (conforme Indicado no projeto do SPDA).
- c) Espaçamento aproximado: 10 a 15 metros
- d) Curvaturas e fixação: Parafuso auto-atarrachante em aço inox 4,2x32 e bucha de nylon S6 sem aba, conforme detalhes no projeto.
- e) Cada condutor de descida deve ser provido de uma conexão de medição, instalada a 1,5 m do piso acabado e ligado ao eletrodo de aterramento de cabo de cobre nú de 50 mm². A conexão deve ser desmontável por meio de ferramenta, para efeito de medições elétricas, mas deve permanecer normalmente fechada, conforme detalhes executivos indicados no projeto.

1.2.4 Equalização do potencial

Será feito proporcionado **01** Caixa metálica de equalização 40x40x15cm com placa de cobre com isolador epóxi 600V e conectores de pressão. Deverão ser interligadas as partes metálicas não energizadas das instalações elétricas e das demais, como, QGBT's, QDL's, Rack de lógica, parte hidráulica, janelas metálicas, etc.

1.2.5. Aterramento

- a) Número de Hastes: 01 por descida e mais haste de aterramento do anel – o que equivale a um total de **53** hastes (conforme Indicado no projeto do SPDA).
- b) Tipo de Haste: Copperweld, aço cobre alta camada Ø16mmx3000mm, 254 micras.
- c) Caixa de inspeção tipo solo de PVC com tampa de ferro fundido reforçada boca Ø300mm conforme o projeto.

1.3-

- Todas as conexões do tipo cabo-cabo e cabo-haste deverão ser feitas com solda exotérmicas;
- Deverá ser feito vistoria anual do sistema e sempre após a incidência de tempestades com descargas atmosféricas;
- Nas soldas exotérmicas cabo terminal no topo da haste, utilizar molde apropriado de acordo com manual do fabricante;
- Na execução ver detalhes do projeto;
- Antes de instalar o aterramento, deverá ser realizado um estudo das condições gerais do solo, através da técnica da Estratificação em camadas, a fim de se obter o maior

número possível de informações acerca do terreno e, então, implantar o sistema de aterramento;

- Nos pontos das descidas do SPDA as hastes de aterramento deverão ser instaladas no interior da caixa para inspeção do aterramento, de preferência, em solo úmido, não sendo permitida a sua colocação sob revestimento asfáltico, argamassa ou concreto, e em poços de abastecimento de água e fossas sépticas;

- **Não serão permitidas**, em qualquer hipótese, **emendas no cabo de descida**. As conexões somente serão permitidas se forem feitas com conectores apropriados, garantindo perfeita condutibilidade do sistema. Nas conexões realizadas no solo, deverão ser empregadas soldas exotérmicas;

- Periodicamente, de preferência a cada semestre, deverá ser feita uma inspeção criteriosa nas instalações do SPDA, principalmente, quando as mesmas forem solicitadas por uma descarga atmosférica;

- Recomenda-se também, vistorias preventivas após qualquer reforma, a qual possa, porventura, alterar o sistema proposto, comunicando o fato ao projetista para que o mesmo faça uma análise das referidas mudanças, no sentido de verificar a confiabilidade do sistema e, se for o caso, sugerir alterações e/ ou complementações no mesmo;

- Todos os serviços a serem executados por empresa especializada para este sistema e deverão obedecer a melhor técnica vigente, enquadrando-se rigorosamente, dentro dos preceitos normativos da NBR-5419/2015 da ABNT;

1.4 DESCRIÇÃO COM IMAGEM DOS PRINCIPAIS MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS NA EXECUÇÃO DO PROJETO DO SPDA



Figura 1: Hastes de cobre de 5/8'' x 2,4m, (alta camada).



Figura 2: Solda Exotérmica Haste x Cabo.



Figura 3: Abraçadeira Aço Galv. Tipo "D".



Figura 4: Eletroduto PVC Ø 1" barra 3m.



Figura 5: Parafuso Autoperfurante Sextavado.



Figura 6: Caixa de Inspeção Tipo Solo em Polipropileno Preta.



Figura 7: Tampa Reforçada com Escotilha em Ferro Fundido.



Figura 8: Caixa de Inspeção Polipropileno Suspensa 1.1/2".



Figura 9: Selante em Poliuretano Flexível.

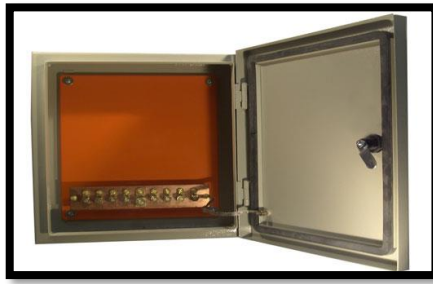


Figura 10: Caixa de Equipotencialização com 9 Terminais.



Figura 11: Barra chata de alumínio 7/8" x 1/8" x 3000 mm

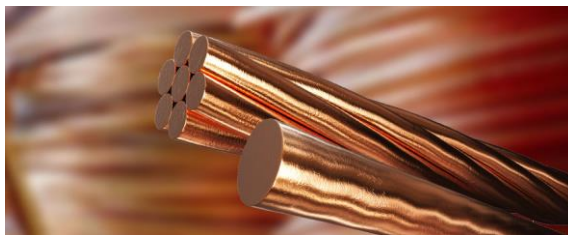


Figura 12: Cabo de cobre nú 50 mm² 7 fios de 3,00 mm de diâmetro.



Figura 13: Conector de compressão para cabo 35/50 mm².



Figura 14: Conector de pressão para cabo 53/50 mm²².



Figura 15: Parafuso cabeça chata 1/4" x 7/8" .



Figura 16: Parafuso auto atarrachante em aço inox – 4,2 x 32 mm e bucha S6 sem aba .



Figura 17: Bucha S6 sem aba .



Figura 18: Terminal aéreo em barra chata de alumínio 7/8" x 1/8"x 300mm .

RELAÇÃO DOS MATERIAIS SPDA

ITEM	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	UN	QUANT
1	SPDA		
1.1	Abraçadeira tipo cunha para eletroduto de $\varnothing 1.1/2''$	un	40
1.2	Caixa de Equipotencialização 8 terminais	un	1
1.3	Barra Chata De Alumínio De $7/8'' \times 1/8'' \times 3000$ mm	un	653
1.4	Cabo de Cobre Nu 35mm^2	m	10
1.5	Cabo de Cobre Nu 50mm^2	m	220
1.6	Caixa de Inspeção em PVC 300mm com tampa em ferro fundido, para passeio e sujeito a cargas pesadas.	un	10
1.7	Cartuchos e solda exotérmica - HTH	un	10
1.8	Cartuchos e solda exotérmica - HCL	un	43
1.9	Parafuso auto atarraxante em aço inox - $4,2 \times 32\text{mm}$ e bucha de nylon sem aba s6	un	585
1.10	Parafuso cabeça chata em alumínio $1/4'' \times 7/8''$	un	176
1.11	Porca sextavada zincada $1/4''$	un	176
1.12	Parafuso autobrocante $1'' \times 1/4''$	un	72
1.13	Eletroduto de PVC $\varnothing 1.1/2''$	m	30
1.14	Haste de aterramento cobreada alta camada $\varnothing 5/8''$ 2,4m, 254 micrans.	un	53
1.15	Terminal aéreo em barra chata de alumínio base horizontal $7/8'' \times 1/8'' \times 300\text{mm}$	un	46
1.16	Caixa de Inspeção tipo suspensa em PVC $150\text{mm} \times 110\text{mm}$ com bocal $\varnothing 1.1/2''$.	un	10
1.17	Parafuso auto brocante $1/4'' \times 1''$	un	72
1.18	Poliuretano	un	3
1.19	Terminal De Compressão Para Cabo De 35 mm^2	un	20
1.20	Terminal Ou Conector De Pressão - Para Cabo 50mm^2	un	10

JOSÉ RODRIGUES DOS REIS

ENGENHEIRO ELETRICISTA

CREA-MT 04326/D