MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E PROTEÇÃO CONTRA SURTOS

ILA – INSTITUTO LUIS DE ALBUQUERQUE
CORUMBÁ/MS

OBJETO: REFORMA DAS INSTALAÇÕES DO INSTITUO LUIS DE ALBUQUERQUE.

Corumbá – MS
Maio / 2026

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

1.INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as características técnicas das Instalações de Proteção Contra Descargas Atmosféricas e Surtos de uma unidade de Serviço Público para fins de operação uso do Instituto Luis de Albuquerque.

Referido empreendimento está localizado na Alameda Helô Urt, 01 - Centro, Corumbá – MS.

Neste documento indicamos os procedimentos utilizados para dimensionamento dos subsistemas de Captação, Cintamento Lateral de Proteção, Subsistemas de Descida e Subsistemas de escoamento de correntes de descargas.

As normas envolvidas para a elaboração do projeto foram:

- NBR 5410 – Instalações elétricas de Baixa Tensão
- NBR 5409/2015 – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
- NR10 – Segurança em instalações e serviços de eletricidade
- NDU01 – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão

Será realizado um estudo das condições de projeto para instalação e manutenção de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) externo.

O SPDA atua como proteção contra a incidência direta dos raios. A proteção se aplica também contra a incidência direta dos raios sobre os equipamentos e pessoas que se encontrem no interior desta edificação e estruturas ou no interior da proteção imposta pelo SPDA instalado.

As prescrições do projeto têm por base a norma NBR 5419/2015, dentre outras, a fim de possibilitar a proteção de pessoas e equipamentos elétricos situados no interior das zonas protegidas contra os efeitos indiretos causados pelos raios, tais como: parada cardíaca,

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

centelhamento, interferências em equipamentos ou queima de seus componentes, causadas por transferências de potencial devidas à indução eletromagnética.

O projeto não contemplará a proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências eletromagnéticas causadas pelas descargas atmosféricas, essas características físicas de projeto serão objeto de estudo do projeto de instalações elétricas de baixa tensão da unidade.

Deve ser lembrado que um SPDA não impede a ocorrência das descargas atmosféricas. Um SPDA projetado e instalado pode não assegurar a proteção absoluta de uma estrutura, de pessoas e bens, entretanto, a aplicação do projeto em conformidade com a norma NBR-5419 reduz de forma significativa os riscos de danos devidos às descargas atmosféricas.

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.

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.

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

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%,

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

estando mesmo estas instalações, sujeitas a falha 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.

Neste memorial descritivo e seus anexos, são apresentadas propostas de soluções na elaboração do projeto, descrevendo brevemente as instalações a serem executadas, as especificações técnicas, normas e métodos de execução dos serviços, indicação dos serviços a executar, bem como orientações sobre cuidados e providências necessárias na execução das instalações.

2. LOCALIZAÇÃO

A unidade em estudo está localizada na Alameda Helô Urt, nº 01 - Centro, Corumbá – MS, conforme está indicado na planta do projeto anexo e croqui demonstrativo abaixo.

Coordenada (431449, 7899124)



Fig. 01 – Localização ILA (Inst. Luis de Albuquerque)

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

3. O SPDA

O Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas da unidade, será do tipo Externo, em função de se tratar de uma implementação durante a reforma do prédio, com estruturação tipo Gaiola de Faraday, a fim de proteger externamente o volume da edificação, possibilitando assim a proteção dos sistemas elétricos internos da unidade contra campos elétricos gerados por altas intensidades de energia.

3.1 - Subsistema de Captação

Deverá ser instalada uma malha de captação com barras chatas de alumínio seção retangular 7/8” x 1/8” na parte superior da cobertura dos volumes a proteger (vide plantas), limitando-se na extremidade externa da platibanda.

Esta barra deverá ser fixada por meio de parafuso, fixando-a à estrutura das coberturas. Na proximidade com estruturas metálicas não energizadas deverá ser feita a interligação com a barra de alumínio.

Os pontos de captação serão constituídos de Terminais Aéreos de 600mm, conforme planta.

3.2 - Subsistema de descida

São os componentes responsáveis de conduzir a corrente elétrica do raio à terra, sendo que a quantidade de descidas está indicada em avaliações de riscos em anexo.

3.3 - Subsistema de Aterramento

São os componentes responsáveis de distribuir a corrente elétrica na terra, será condutor de cobre nú #50mm² enterrado a uma profundidade de 50cm do solo interligadas a haste de aterramento tipo cooperweld 5/8” x 2,4m.

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

No local foi verificada a existência de um sistema de aterramento com resistência elétrica à terra na ordem de 2Ω, o que indica uma referência de terra equivalente que atende às orientações da NBR5410.

De tal forma, pelo fato de não se conhecer a topologia do sistema de aterramento, será instalado um subsistema de aterramento e este deverá ser conectado às referências de terra existentes, a fim de equipotencializar a instalação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a execução do Sistema de SPDA Externo, algumas orientações são ressaltadas abaixo:

Para que o sistema de SPDA seja eficiente deverá ter um cuidado especial nas conexões dos componentes, optando por soldas exotérmicas em toda união cabo/cabo e cabo/haste.

Quando da execução da malha no solo antes de ser conectado ao sistema de condução, deverá ser medida a resistência de aterramento empresa especializada posteriormente, no qual deverá emitir relatório técnico dos serviços prestados e ART junto ao CREA-MS.

Não é função do SPDA a proteção de equipamentos eletro-eletrônicos. Para tal, poderá ser instalado supressores de surtos individuais, os quais são objetos de estudo específico de instalação elétrica.

gov.br
Documento assinado digitalmente
WILLIAN ZIMI ORTEGA PADILHA
Data: 12/06/2026 19:31:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Nome: Willian Zimi O Padilha
Cargo: Eng. Eletricista CREA 7149/D- MS
Profissional da Engenharia e Arquitetura
Matrícula nº 6.143-1

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

ANEXOS

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
7.00 m	30.41 m	52.22 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 = 5271.02 m²

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: III

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: 5.86/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)
TERREO	172.61	Indefinido
PISO 2	172.60	Indefinido
COBERTURA	172.61	Indefinido

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

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) = Indefinido

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

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 45 m

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)	5.86/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.54x10^-2/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)	1x10^-1
Pa = Pta x Pb	1x10^-3

La (valores de perda na zona considerada)

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10^-3
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)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2400 h/ano
La = rt x Lt x (nz/nt) x (tz/8760)	2.74x10^-6

Ra = Nd x Pa x La

Ra = 4.23x10^-11/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)	5.86/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.54x10^-2/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10^-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^-3
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um	1

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

perigo especial)	
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	5x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2400 h/ano
Lb = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	6.85x10^-6

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 1.06x10^-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)	5.86/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.54x10^-2/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,	1	1

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

aterramento e isolamento)		
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^-1
nz (Número de pessoas na zona considerada)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2400 h/ano
Lc = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	2.74x10^-2

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 4.12x10^-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)	5.86/km² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	850605.16 m²
Nm = Ng × Am × 10^-6	4.98/ano

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

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

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 = $(Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	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^-1
nz (Número de pessoas na zona considerada)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2400 h/ano
Lm = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	2.74x10^-2

Rm = Nm x Pm x Lm

Rm = 5.45x10^-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.

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

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)	100 m	100 m
Al = 40 x Ll	4000 m²	4000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/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)	0.01	0.01
Ct (Fator do tipo de linha)	1	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.34x10^-5/ano	4.68x10^-6/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)	10027.43 m²	10027.43 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	2.94x10^-2/ano	5.87x10^-3/ano
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)		0.01
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)

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

	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^-4	5x10^-4

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10^-3
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)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2400 h/ano
Lu = rt × Lt × (nz / nt) × (tz / 8760)	2.74x10^-6

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 = 4.83x10^-11/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)

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

	Linhas de energia (E)	**Linhas de telecomunicações (T)**
Ll (Comprimento da seção de linha)	100 m	100 m
Al = 40 x Ll	4000 m²	4000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/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)	0.01	0.01
Ct (Fator do tipo de linha)	1	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.34x10^-5/ano	4.68x10^-6/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)	10027.43 m²	10027.43 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	2.94x10^-2/ano	5.87x10^-3/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	1	1

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

equipamento)		
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^-3
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)	5x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2400 h/ano
Lv = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	6.85x10^-6

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 = 1.21x10^-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.

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

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)	100 m	100 m
Al = 40 x Ll	4000 m²	4000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/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)	0.01	0.01
Ct (Fator do tipo de linha)	1	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.34x10^-5/ano	4.68x10^-6/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)	10027.43 m²	10027.43 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	2.94x10^-2/ano	5.87x10^-3/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

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

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^-1
nz (Número de pessoas na zona considerada)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2400 h/ano
Lw = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	2.74x10^-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 = 4.83x10^-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)**

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

Ll (Comprimento da seção de linha)	100 m	100 m
Ai = 4000 x Ll	400000 m²	400000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/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)	0.01	0.01
Ct (Fator do tipo de linha)	1	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.34x10^-3/ano	4.68x10^-4/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)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	5x10^-2	5x10^-2

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^-1
nz (Número de pessoas na zona considerada)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2400 h/ano
Lz = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	2.74x10^-2

Rz = Rz.E + Rz.T

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

Rz = 3.85x10^-6/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 = 6.39x10^-4/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)

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

Cd (Fator de localização)	5x10^-1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.54x10^-2/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10^-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^-3
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
Lb = rp x rf x Lf x (nz/nt)	5x10^-6

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 7.72x10^-9/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

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.54x10^-2/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)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
Lc = Lo x (nz/nt)	1x10^-3

Rc = Nd x Pc x Lc

Rc = 1.5x10^-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)

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	850605.16 m²
Nm = Ng × Am × 10^-6	4.98/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)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
Lm = Lo x (nz/nt)	1x10^-3

Rm = Nm x Pm x Lm

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

Rm = 1.99x10^-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)	100 m	100 m
Al = 40 x Ll	4000 m²	4000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/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)	0.01	0.01
Ct (Fator do tipo de linha)	1	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.34x10^-5/ano	4.68x10^-6/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)	10027.43 m²	10027.43 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	2.94x10^-2/ano	5.87x10^-3/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^-3
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10^-2
nz (Número de pessoas na zona considerada)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
Lv = rp x rf x Lf x (nz/nt)	5x10^-6

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 = 8.81x10^-9/ano

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

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

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)	100 m	100 m
Al = 40 x Ll	4000 m²	4000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/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)	0.01	0.01
Ct (Fator do tipo de linha)	1	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.34x10^-5/ano	4.68x10^-6/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)	10027.43 m²	10027.43 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	2.94x10^-2/ano	5.87x10^-3/ano

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

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)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
Lw = Lo x (nz/nt)	1x10^-3

$$\mathbf{Rw = Rw.E + Rw.T}$$

$$\mathbf{Rw = [(Nl.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(Nl.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]}$$

$$\mathbf{Rw = 1.76x10^{-6}/ano}$$

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.

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

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)	100 m	100 m
Ai = 4000 x Ll	400000 m²	400000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/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)	0.01	0.01
Ct (Fator do tipo de linha)	1	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.34x10^-3/ano	4.68x10^-4/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)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	5x10^-2	5x10^-2

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos	1x10^-3

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

devido a um evento perigoso)	
nz (Número de pessoas na zona considerada)	60
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
Lz = Lo x (nz/nt)	1x10^-3

Rz = Rz.E + Rz.T

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

Rz = 1.41x10^-7/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 = 2.33x10^-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.

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5x10^-1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/km² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10^-6	1.54x10^-2/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10^-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^-3
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$)	1000000
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R$)	3000000
Lb = rp x rf x Lf x (cz/ct)	1.67x10^-5

Rb = Nd x Pb x Lb

Rb = 2.57x10^-8/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)**

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

Ll (Comprimento da seção de linha)	100 m	100 m
Al = 40 x Ll	4000 m²	4000 m²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	5.86/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)	0.01	0.01
Ct (Fator do tipo de linha)	1	0.2
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10^-6	2.34x10^-5/ano	4.68x10^-6/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)	10027.43 m²	10027.43 m²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10^-6	2.94x10^-2/ano	5.87x10^-3/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,	1	1

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

aterramento e isolamento)		
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^-3
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$)	1000000
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R$)	3000000
Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct)	1.67x10^-5

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 = 2.94x10^-8/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 = 5.51x10^-8/ano

MUNICÍPIO DE CORUMBÁ
Folha nº
Processo nº
Visto:

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
Estrutura	**63.87x10^-5**	**0.023x10^-3**	**0.00055x10^-4**

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

R1 = 63.87x10^-5/ano

Status: O risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes está acima do risco tolerável 10^-5

R2: risco de perdas de serviço ao público

R2 = 0.023x10^-3/ano

Status: O risco de perda de serviço ao público está abaixo do risco tolerável 10^-3

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

R3 = 0.00055x10^-4/ano

Status: O risco de perda de patrimônio cultural está abaixo do risco tolerável 10^-4

O SPDA é necessário.