



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

270
J

SEMA/MT
Fls. 319
Rub. GAQ

MEMORIAL DESCRITIVO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

**OBRA: SEDE DA SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE – ALTA
FLORESTA**

Rua Mário Raseira Leining. Alta Floresta – MT

Cuiabá – MT

11/2020



271
J

SEMA/MT
Fls. 350
Rub. 212
GAQ

MEMORIAL DESCRITIVO

1. INTRODUÇÃO

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 para atender a Secretaria de Meio Ambiente – Alta Floresta – MT .

2. NORMAS APLICÁVEIS

As instalações devem ser executadas de acordo com as plantas anexas e as especificações deste memorial, obedecendo todas as determinações das seguintes normas:

- NBR 5419 - Proteção de Estrutura contra Descargas Atmosféricas
- NBR 13571 - Haste de Aterramento em Aço Acobreado e Acessório
- NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
- Portaria n.º 598, de 07/12/2004 (D.O.U. de 08/12/2004 – Seção 1

3. PROCEDIMENTOS GERAIS PARA EXECUÇÃO – S.P.D. A

3.1. Considerações Iniciais

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

- 3.1.1. 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.
- 3.1.2. 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



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

27
J
SEMA/MT
Fls. 351
Rub. [assinatura]
GAQ

destruidores a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

- 3.1.3. A implantação e manutenção de sistemas de proteção (pára-raios) são normalizadas internacionalmente pela IEC (International Eletrotecnical Commission) e em cada país por entidades próprias como a ABNT (Brasil), NFPA (Estados Unidos) e BSI (Inglaterra).
- 3.1.4. 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.
- 3.1.5. Não é função do sistema de pára-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, deverá ser contratado um projeto adicional, específico para instalação de supressores de surto individuais (protetores de linha).
- 3.1.6. 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 da ABNT como norma básica.
- 3.1.7. 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.

3.2. Características Gerais

O presente projeto visa contemplar o SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, para atender a **Sede da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.**



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística



O projeto é baseado principalmente nas normas NBR 5419-2015, NBR 5410 e na NR-10.

Um SPDA não impede a ocorrência de descargas atmosféricas, porém reduz significativamente os riscos de danos a materiais e pessoas. O projeto, instalação, materiais e inspeções devem atender a norma NBR 5419/2015.

3.3. O S.P.D. A (*Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas*)

O método utilizado no projeto foi o gaiola de faraday, utilizando as telhas metálicas como Captores Naturais.

Conforme a NBR- 5419 - Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas, as chapas ou tubos metálicos, resguardadas as exceções, podem ser utilizados como captadores naturais e conduzidos através de cabos até a malha de aterramento.

3.4.1. Nível de Proteção

Com base na tabela B.6 – Exemplos de classificação de estruturas, da NBR- 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas classificou a estrutura como sendo comum, do tipo em que se enquadram os hospitais, casas de repouso e prisões, e outros de grande afluência de público. Com base nisso, os cálculos estão direcionados, para **Nível de proteção III**.

3.4.2. Hastes de Aterramento, Caixa de Inspeção e Conector de Medição.

Serão instaladas uniformemente ao longo do perímetro espaçadas entre si por uma distancia não inferior ao seu comprimento, hastes de terra em aço, revestido de cobre DN de 5/8" x 2,4 metros.

As hastes devem ser firmemente fincadas no centro do diâmetro das caixas de inspeção, introduzindo-as ao solo quase que por completa deixando apenas um espaço para conexão do cabo da malha de aterramento á haste. Se precisar umedecer o solo com água para facilitar o fincamento das hastes.



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

274
J
SEMA/MT
Fls. 353
Rub. GAQ

Preferencialmente fazer essa cravação das hastes ao solo com golpes de marreta, interpondo entre ela e a haste um pedaço de madeira, isso impede que seja retirada a película de cobre que reveste o material.

A caixa de inspeção deve ser preenchida com brita até uma altura onde ainda seja possível visualizar as conexões cabo/haste. O uso da brita evitará que alguém inadvertidamente jogue concreto dentro da caixa, tornando o acesso às conexões impossíveis. Além disso, a brita ajudará a manter a umidade do solo próximo à haste.

Conforme projeto em planta baixa, será instalado dentro das caixas de inspeção, conector de medição, para futura análise dos valores de resistência.

3.4.3. Malha de aterramento

A função primária de uma malha de aterramento é receber as correntes elétricas das descidas e dissipá-las no solo.

A malha de aterramento será feita por cabos de cobre nu 50mm², e deverá ser instalado no mínimo a 0,5m de profundidade.

As quantidades de hastes de aterramento que serão aterradas ao longo da edificação estão previstas em planilha estimativa de custos.

3.4.4. Emissão de Relatório Técnico

Deverá ser obrigatoriamente providenciado no término da obra de instalação do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, emissão de Laudo Técnico de Aterramento, a fim de atestar por meio de medições os valores de resistência medido após a implantação do sistema, devendo este estar em conformidade à exigência da NBR-5419 com o valor de resistência de aproximadamente 10Ω.

A emissão de Laudo Técnico é obrigatório com base nas normas técnicas pertinentes e cabe a fiscalização fazer cumprir sendo de responsabilidade do proprietário do estabelecimento.



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 275
D

SEMA/MT
Fls. 354
Rub. GAQ

3.4.5. Conexões Exotérmicas

Antes de realizar as soldas exotérmicas, são necessários os seguintes EPEI'S - Equipamento de Proteção Individual:

- Luvas de couro de raspa e de silicone;
- Máscara contra fumos metálicos;
- Óculos de proteção;
- Capacetes e botina;

As conexões serão feitas de acordo com os modelos baixo:

N° Solda	Configuração
65	
45	
90	
32	
115	

Não foram discriminados em planilha de custos, moldes para solda exotérmica, escova, alicate, etc, por estar esses insumos contemplados nas composições de cada solda..



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fis. 276
Rub. J
SEMA/MT
Fis. 355
Rub. GAQ

3.4.6. Inspeções

As inspeções visam a assegurar que:

- a) o SPDA está conforme o projeto;
- b) todos os componentes do SPDA estão em bom estado, as conexões e fixações estão firmes e livres de corrosão;
- c) o valor da resistência de aterramento e resistência ôhmica seja compatível com o arranjo, com as dimensões do subsistema de aterramento e com a resistividade do solo;
- d) todas as construções acrescentadas à estrutura posteriormente à instalação original estão integradas no volume a proteger, mediante ligação ao SPDA ou ampliação deste;

As inspeções prescritas devem ser efetuadas na seguinte ordem cronológica:

- a) durante a construção da estrutura, para verificar a correta instalação dos eletrodos de aterramento e do captor;
- b) periodicamente, para todas as inspeções prescritas em acima, e respectiva manutenção,
em intervalos não superiores aos estabelecidos abaixo;
- c) após qualquer modificação ou reparo no SPDA, para inspeções completas;
- d) quando for constatado que o SPDA foi atingido por uma descarga atmosférica, para inspeções;

Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada anualmente.

Medições de aterramento devem ser executadas no período determinado abaixo.

Inspeções completas conforme listados acima devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos de 5 anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou industriais, excetuando-se áreas classificadas com risco de incêndio ou explosão;

Todas as medições e inspeções devem ser realizadas por profissional legalmente habilitado com registro em conselho de classe, mediante apresentação de ART.



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 277
J

SEMA/MT
Fls. 356
Rub. 22
GAQ

3.4.7. Documentação

A seguinte documentação técnica deve ser mantida no local, ou em poder dos responsáveis.

- a) relatório de verificação de necessidade do SPDA e de seleção do respectivo nível de proteção. A não necessidade de instalação do SPDA deverá ser documentada através dos cálculos;
- b) desenhos em escala mostrando as dimensões, os materiais e as posições de todos os componentes do SPDA, inclusive eletrodos de aterramento;
- c) um registro de valores medidos de resistência de aterramento a ser atualizado nas inspeções periódicas ou quaisquer modificações ou reparos SPDA.
- d) um registro de valores medidos de resistência ôhmica, a ser atualizado nas inspeções periódicas ou quaisquer modificações ou reparos SPDA.

Conforme a NR-10, a empresa é obrigada a manter documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas

4. GLOSSÁRIO

Descarga atmosférica: Descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, consistindo em um ou mais impulsos de vários quilo ampères.

Raio: Um dos impulsos elétricos de uma descarga atmosférica para a terra.

Ponto de impacto: Ponto onde uma descarga atmosférica atinge a terra, uma estrutura ou o sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

NOTA - Uma descarga atmosférica pode ter vários pontos de impacto.

Volume a proteger: Volume de uma estrutura ou de uma região que requer proteção contra os efeitos das descargas atmosféricas conforme esta Norma.

Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA): Sistema completo destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. É composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção.

NOTA - Em casos particulares, o SPDA pode compreender unicamente um sistema externo ou interno.



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 278
J

SEMA/MT
Fls. 357
Rub. 214
GAQ

Sistema externo de proteção contra descargas atmosféricas: Sistema que consiste em subsistema de captores, subsistema de condutores de descida e subsistema de aterramento.

Sistema interno de proteção contra descargas atmosféricas: Conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica dentro do volume a proteger.

Ligação eqüipotencial: Ligação entre o SPDA e as instalações metálicas, destinada a reduzir as diferenças de potencial causadas pela corrente de descarga atmosférica.

Subsistema captor (ou simplesmente captor): Parte do SPDA externo destinada a interceptar as descargas atmosféricas.

Subsistema de descida: Parte do SPDA externo destinada a conduzir a corrente de descarga atmosférica desde o subsistema captor até o subsistema de aterramento. Este elemento pode também estar embutido na estrutura.

Subsistema de aterramento: Parte do SPDA externo destinada a conduzir e a dispersar a corrente de descarga atmosférica na terra. Este elemento pode também estar embutido na estrutura.

NOTA - Em solos de alta resistividade, as instalações de aterramento podem interceptar correntes fluindo pelo solo, provenientes de descargas atmosféricas ocorridas nas proximidades.

Eletrodo de aterramento: Elemento ou conjunto de elementos do subsistema de aterramento que assegura o contato elétrico com o solo e dispersa a corrente de descarga atmosférica na terra.

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

Eletrodo de aterramento de fundação: Eletrodo de aterramento embutido nas fundações da estrutura.

Resistência de aterramento de um eletrodo: Relação entre a tensão medida entre o eletrodo e o terra remoto e a corrente injetada no eletrodo.

Componente natural de um SPDA: Componente da estrutura que desempenha uma função de proteção contra descargas atmosféricas, mas não é instalado especificamente para este fim.



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística



NOTA - Exemplos de componentes naturais:

- a) coberturas metálicas utilizadas como captores;
- b) pilares metálicos ou armaduras de aço do concreto utilizadas como condutores de descida;
- c) armaduras de aço das fundações utilizadas como eletrodos de aterramento.

Massa (de um equipamento ou instalação): Conjunto das partes metálicas não destinadas

a conduzir corrente, eletricamente interligadas, e isoladas das partes vivas, tais como invólucros de equipamentos elétricos.

Ligação eqüipotencial (LEP ou TAP): Barra condutora onde se interligam ao SPDA as instalações metálicas, as massas e os sistemas elétricos de potência e de sinal.

NOTA - LEP = ligação eqüipotencial principal.

TAP = terminal de aterramento principal.

Condutor de ligação eqüipotencial: Condutor de proteção que assegura uma ligação eqüipotencial.

Armaduras de aço (interligadas): Armaduras de aço embutidas numa estrutura de concreto, que asseguram continuidade elétrica para as correntes de descarga atmosférica.

Centelhamento perigoso: Descarga elétrica inadmissível, no interior ou na proximidade do volume a proteger, provocada pela corrente de descarga atmosférica.

Distância de segurança: Distância mínima entre dois elementos condutores no interior do volume a proteger, que impede o centelhamento perigoso entre eles.

Dispositivo de proteção contra surtos - DPS: Dispositivo que é destinado a limitar sobretensões transitórias.

Conexão de medição: Conexão instalada de modo a facilitar os ensaios e medições elétricas dos componentes de um SPDA.

SPDA externo isolado do volume a proteger: SPDA no qual os subsistemas de captores e os condutores de descida são instalados suficientemente afastados do volume a proteger, de modo a reduzir a probabilidade de centelhamento perigoso.

SPDA externo não isolado do volume a proteger: SPDA no qual os subsistemas de captores e de descida são instalados de modo que o trajeto da corrente de descarga atmosférica pode estar em contato com o volume a proteger.



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 359
J

SEMA/MT
Fls. 359
Rub. GAQ

Estruturas comuns: Estruturas utilizadas para fins comerciais, industriais, agrícolas, administrativos ou residenciais.

Nível de proteção: Termo de classificação de um SPDA que denota sua eficiência. Este termo expressa a probabilidade com a qual um SPDA protege um volume contra os efeitos das descargas atmosféricas.

Estruturas especiais: Estruturas cujo tipo de ocupação implica riscos confinados, ou para os arredores, ou para o meio ambiente, conforme definido nesta Norma, ou para as quais o SPDA requer critérios de proteção específicos.

Estruturas (especiais) com risco confinado: Estruturas cujos materiais de construção, conteúdo ou tipo de ocupação torna todo ou parte do volume da estrutura vulnerável aos efeitos perigosos de uma descarga atmosférica, mas com os danos se restringindo ao volume próprio da estrutura.

Estruturas (especiais) com risco para o meio ambiente: Estruturas que podem causar emissões biológicas, químicas ou radioativas em consequência de uma descarga atmosférica.

Estruturas (especiais) diversas: Estruturas para as quais o SPDA requer critérios de proteção específicos.

Risco de danos: Expectativa de danos anuais médios (de pessoas e bens), resultantes de descargas atmosféricas sobre uma estrutura.

Frequência de descargas atmosféricas (N_d): Frequência média anual previsível de descargas atmosféricas sobre uma estrutura.

Frequência admissível de danos (N_c): Frequência média anual previsível de danos, que pode ser tolerada por uma estrutura.

Eficiência de interceptação (E_i): Relação entre a frequência média anual de descargas atmosféricas interceptadas pelos captadores e a frequência (N_d) sobre a estrutura.

Eficiência de dimensionamento (E_s): Relação entre a frequência média anual de descargas atmosféricas interceptadas sem causar danos à estrutura e a frequência (N_d) sobre a estrutura.

Eficiência de um SPDA (E): Relação entre a frequência média anual de descargas atmosféricas que não causam danos, interceptadas ou não pelo SPDA, e a frequência (N_d) sobre a estrutura.



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

281
J

SEMA/MT
Fls. 360
Rub. D. 12
GAQ

Condutor de aterramento: Condutor que interliga um eletrodo de aterramento a um elemento condutor não enterrado, que pode ser uma descida de pára-raios, o LEP/TAP ou qualquer estrutura metálica.

Ponto quente: Aquecimento em uma chapa no lado oposto ao ponto de impacto e susceptível de causar inflamação de gases ou vapores em áreas classificadas.


Engº Murillo Felipe Rebelato
CREA 120079049-9 Mat. 114549
Analista de Des. Econômico e Social
SUOB/SACIN/SINFRA-MT



Memorial de Cálculo- Gerenciamento de Risco

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)
4.10 m	11.96 m	14.79 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.
 $A_d = 812.95 \text{ m}^2$

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: III

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $7.95/\text{km}^2 \times \text{ano}$.

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	61.72	15	5



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 283
J
SEMA/MT
Fls. 362
Rub. D
GAQ

Seção das cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm ²)	Descida (mm ²)	Aterramento (mm ²)
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) = Indefinido
- Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 15 m
- Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 45 m

Anéis de cintamento

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

Pavimento	Nível (m)	Altura em relação ao solo (m)
Cobertura	4.10	4.20

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.



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

SEMA/M
Fls. 367
Rub. 4
GA

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.95/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.62 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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)	1×10^{-1}
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}
$Pa = Pta \times Pb$	1×10^{-2}

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-3}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido aum evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	35
nt (Número total de pessoas na estrutura)	35
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2304 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	2.63×10^{-6}



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

285
SEMA/MT
Fls. 364
Rub. 109
GAQ

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$
$$Ra = 4.25 \times 10^{-11} / \text{ano}$$

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.95 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.62 \times 10^{-3} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-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)	2×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	35
nt (Número total de pessoas na estrutura)	35
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2304 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	2.63×10^{-6}



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 286
J
SEMA/MT
Fls. 365
Rub. GAQ

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

$$Rb = 4.25 \times 10^{-10} / \text{ano}$$

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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.95/km ² x ano	

NI (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
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.59x10 ⁻² /ano	1.59x10 ⁻² /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 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura)	0.25	0.25



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística



Fls. 287
J

adjacente)		
$N_{dj} = N_g \times Adj \times C_{dj} \times C_t \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
P _{tu} (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)		0.1
P _{eb} (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.05

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
P _{ld} (Probabilidade dependendo da resistência R _s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U _w do equipamento)	1	1
C _{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_u = P_{tu} \times P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	5×10^{-3}	5×10^{-3}

L_u (valores de perda na zona considerada)

r _t (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-3}
L _t (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
n _z (Número de pessoas na zona considerada)	35
n _t (Número total de pessoas na estrutura)	35
t _z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2304 h/ano
$L_u = r_t \times L_t \times (n_z / n_t) \times (t_z / 8760)$	2.63×10^{-6}

$$R_u = R_u.E + R_u.T$$



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 288
J

SEMA/M
Fls. 367
Rub. 02
GAQ

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

$$Ru = 4.18 \times 10^{-10} / \text{ano}$$

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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		7.95/km ² x ano

NI (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
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.59x10 ⁻² /ano	1.59x10 ⁻² /ano



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística



28
J



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 m ²	0 m ²
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 ⁻³
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	1



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 290
J
SEMA/MT
Fls. 369
Rub. 3120
GAQ

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	2×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	35
nt (Número total de pessoas na estrutura)	35
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2304 h/ano
$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	2.63×10^{-6}

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

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

$$Rv = 4.18 \times 10^{-9}/ano$$

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.

$$R1 = Ra + Rb + Ru + Rv$$

$$R1 = 5.07 \times 10^{-9}/ano$$

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.



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

291
J
SEMA/MT
Fls. 370
Rub. 250
GAQ

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.95/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.62 \times 10^{-3}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	35
nt (Número total de pessoas na estrutura)	35
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	5×10^{-6}

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

$$Rb = 8.08 \times 10^{-10}/\text{ano}$$

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)	2.5×10^{-1}
---------------------------	----------------------



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

292
J.
SEMA/MT
Fls. 371
Rub. 200
GAQ

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.95/km ² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶	1.62x10 ⁻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	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	5x10 ⁻²	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)	35
nt (Número total de pessoas na estrutura)	35
Lc = Lo x (nz/nt)	1x10 ⁻³

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$
$$Rc = 1.62 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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 da vida humana, nos casos de estruturas



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 293
3
SEMA/MT
Fls. 372
Rub. 125
GAQ

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)	7.95/km ² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	801335.87 m ²
Nm = Ng x Am x 10 ⁻⁶	6.37/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	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	5x10 ⁻²	1



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 294
Rub. J

SEMA/MT
Fls. 373
Rub. 22
GAQ

$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	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)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	35
nt (Número total de pessoas na estrutura)	35
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-3}

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

$$Rm = 6.37 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$AI = 40 \times LI$	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.95 / \text{km}^2 \times \text{ano}$	



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística



NI (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
NI = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.59x10 ⁻² /ano	1.59x10 ⁻² /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 m ²	0 m ²
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



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 29
Rub. J
SEMA/MT
Fls. 375
Rub. J
GAQ

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	35
nt (Número total de pessoas na estrutura)	35
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	5×10^{-6}

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

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

$$Rv = 7.95 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 29
3
SEMA/MT
Fls. 376
Rub. GAQ

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.95/km ² x ano
---	----------------------------

NI (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
NI = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.59x10 ⁻² /ano	1.59x10 ⁻² /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 m ²	0 m ²
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	1
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 29
J
SEMA/MT
Fls. 377
Rub. GAQ

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	5×10^{-2}	1

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos de vido a um evento perigoso)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	35
nt (Número total de pessoas na estrutura)	35
$Lw = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-3}

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

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

$$Rw = 1.67 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Ai = 4000 \times LI$	4000000 m ²	4000000 m ²



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística



Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.95/km ² 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	1.59/ano	1.59/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	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	0.3
Pz = Pspd x Pli x Cli	5x10 ⁻²	3x10 ⁻¹



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

SEMA/MT
Fls. 379
Rub. 400
GAQ

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	35
nt (Número total de pessoas na estrutura)	35
$Lz = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-3}

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

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

$$Rz = 5.57 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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.

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

$$R2 = 6.95 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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.



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 304
J
SEMA/MT
Fls. 380
Rub. GAQ

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.95/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.62 \times 10^{-3}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	500000
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	0

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

$$Rb = 0/\text{ano}$$

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)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de	1000 m	1000 m



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

SEMA/MT
Fls. 381
Rub. 24
GAQ

linha)		
Al = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.95/km ² x ano	

NI (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
NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.59x10 ⁻² /ano	1.59x10 ⁻² /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 m ²	0 m ²
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	1	1



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 302
J
SEMA/MT
Fls. 302
Rub. 210
GAQ

impulso Uw do equipamento)		
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times Cld$	5×10^{-2}	5×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	500000
$L_v = r_p \times r_f \times L_f \times (c_z/c_t)$	0

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

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(Nl.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 0/\text{ano}$$

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.

$$R_3 = R_b + R_v$$

$$R_3 = 0/\text{ano}$$



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

SEMA/MT
Fls. 383
Rub. DPA
GAQ

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.95/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.62 \times 10^{-3}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	2×10^{-1}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

305
SEMA/MT
Fls. 384
Rub. DPE
GAQ

CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lb = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	1×10^{-4}

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

$$Rb = 1.62 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.95 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.62 \times 10^{-3} / \text{ano}$

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)	5×10^{-2}	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	1
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	1	



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

306
J
SEMA/MT
Fls. 385
Rub. 0100
GAQ

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 ⁻²
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lc = Lo x (cs/CT)	1x10 ⁻²

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

$$Rc = 1.62 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por de scargas 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)	7.95/km ² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	801335.87 m ²
Nm = Ng x Am x 10 ⁻⁶	6.37/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	1



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

30
J
SEMA/MT
Fls. 386
Rub. 28
GAQ

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
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1	1
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	5×10^{-2}	1
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$		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)	1×10^{-2}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lm = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-2}

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

$$Rm = 6.37 \times 10^{-2} / \text{ano}$$



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 308
J
SEMA/MT
Fls. 387
Rub. GAQ

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

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhas perigosas 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)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		7.95/km ² x ano

NI (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
NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.59x10 ⁻² /ano	1.59x10 ⁻² /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 m ²	0 m ²



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 309
Rub. J
SEMA/MT
Fls. 388
Rub. GAQ

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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 R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	5×10^{-2}	5×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-3}
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	2×10^{-1}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lv = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	1×10^{-4}



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 310
Rub. J

SEMA/MT
Fls. 389
Rub. GAQ

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

$$R_v = [(N_{I.E} + N_{d_j.E}) \times P_{v.E} \times L_v] + [(N_{I.T} + N_{d_j.T}) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 1.59 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente R_w (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.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		7.95/km ² x ano

NI (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
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.59 x 10 ⁻² / ano	1.59 x 10 ⁻² / ano



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

314
J



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 m ²	0 m ²
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	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	5x10 ⁻²	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 ⁻²
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lw = Lo x (cs/CT)	1x10 ⁻²



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

Fls. 312
J
SEMA/MT
Fls. 391
Rub. GAQ

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

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

$$Rw = 1.67 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por de scargas 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)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Ai = 4000 x LI	4000000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.95/km ² 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	1.59/ano	1.59/ano



Governo do Estado de Mato Grosso
SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística

313
J

SEMA/MT
Fls. 392
Rub. GAQ

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)	5×10^{-2}	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos de vido 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	0.3
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	5×10^{-2}	3×10^{-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)	1×10^{-2}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lz = Lo \times (cs/CT)$	1×10^{-2}

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

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

$$Rz = 5.57 \times 10^{-3}/ano$$

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.

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

$$R4 = 6.95 \times 10^{-2}/ano$$

mt.gov.br



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.

$$ct = ca + cb + cc + cs$$

$$ct = 0$$

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.

$$CT = ct(z1) + \dots + ct(zn)$$

$$CT = 0$$

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.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0$$



Fls. 315
5

SEMA/MT
Fls. 394
Rub. 12
GAQ

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	0.00051×10^{-5}	6.95×10^{-3}	0	69.46×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$R1 = 0.00051 \times 10^{-5}/\text{ano}$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois $R \leq 10^{-5}$

R2: risco de perdas de serviço ao público

$R2 = 6.95 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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

$R3 = 0/\text{ano}$

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

R4: risco de perda de valor econômico

$R4 = 69.46 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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

$CT = 0$

CL: custo anual de perdas (valores em \$)

$CL = 0$