



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



MEMORIA DE CÁLCULO  
ESCOLA ESTADUAL INDIGENA ZARUP WEJ  
COORDENADAS: 10°39'32.79" S – 60°34'18.33" O



**ASSUNTO / OBRA:**  
SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS  
ESCOLA ESTADUAL ZARUP WEJ

**LOCAL / DATA:**  
CUIABÁ - MT / JULHO DE 2025.



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



## **OBRA**

Projeto de uma escola indígena modular modelo para comunidade ZARUP WEJ. A proposta de layout elaborada vai de encontro às necessidades dos usuários com implantação de áreas que protejam, defendam e ao mesmo tempo estimulem o reconhecimento da identidade cultural da comunidade. O projeto conta com salas de aulas multiusos, banheiros, biblioteca, cozinha, refeitório, sala de reunião para professores, coordenação e depósito de materiais. A escola possui área total de aproximadamente 2.336,06 m<sup>2</sup>.

## **OBJETIVO**

Este memorial tem a finalidade de fixar normas e procedimentos básicos de execução e montagem, especificação dos materiais e equipamentos.

## **PRANCHAS**

O projeto possui prancha única.

a) SPDA.



## 1. INTRODUÇÃO

Não há dispositivos ou métodos capazes de modificar os fenômenos climáticos naturais a ponto de se prevenir a ocorrência de descargas atmosféricas. As descargas atmosféricas que atingem estruturas (ou linhas elétricas e tubulações metálicas que adentram nas estruturas) ou que atingem a terra em suas proximidades são perigosas às pessoas, às próprias estruturas, seus conteúdos e instalações. Portanto, medidas de proteção contra descargas atmosféricas devem ser consideradas. A necessidade de proteção, os benefícios econômicos da instalação de medidas de proteção e a escolha das medidas adequadas de proteção devem ser determinados em termos do gerenciamento de risco. O método de gerenciamento de risco está contido na ABNT NBR 5419-2. As medidas de proteções consideradas na ABNT NBR 5419 são comprovadamente eficazes na redução dos riscos associados às descargas atmosféricas. Todas as medidas de proteção contra descargas atmosféricas formam a proteção completa contra descargas atmosféricas. Por razões práticas, os critérios para projeto, instalação e manutenção das medidas de proteção são considerados em dois grupos separados:

O primeiro grupo se refere às medidas de proteção para reduzir danos físicos e riscos à vida dentro de uma estrutura e está contido na ABNT NBR 5419-3;

O segundo grupo se refere às medidas de proteção para reduzir falhas de sistemas elétricos e eletrônicos em uma estrutura e está contido no ABNT NBR 5419-4.

## 2. OBJETIVO

O presente memorial tem por finalidade fixar normas e procedimentos básicos de execução e montagem para garantir a captação, dissipação de descargas elétricas de origem atmosféricas, especificações de materiais e/ou equipamentos, visando sempre garantir a segurança para a instalação predial e pessoas no interior da edificação e suas proximidades.

O projeto de SPDA foi desenvolvido em conformidade de acordo com as seguintes normas:

- ABNT NBR-5410: Instalações elétricas de baixa tensão.
- ABNT NBR-5419/2015: Proteção contra descargas atmosféricas – Partes 1, 2, 3 e 4.
- ABNT NBR 13571: Haste de aterramento aço cobreado e acessórios.



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



3. QUANTITATIVO DE MATERIAIS DE ACORDO COM ORÇAMENTO

<b>SPDA</b>		
<b>ACESSÓRIO USO GERAL</b>		
FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PARAFUSO PHILIPS GALVAN. PANELA - 4,2X32MM AUTOATARRACHANTE	UN	1081,00
FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PARAFUSO INOX 1/4" X 1 1/4" - AUTOATARRACHANTE	UN	706,00
<b>SPDA - ATERRAMENTO</b>		
CAIXA DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO, PARA EMBUTIR COM TAMPA, BARRAMENTO ATÉ 11 TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UND	1,00
CONECTOR DE MEDIÇÃO COM 2 PARAFUSOS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	24,00
CAIXA DE INSPECAO 4X2" EM PVC SUSPensa, PARA SPDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	24,00
CAIXA DE INSPEÇÃO PARA ATERRAMENTO, CIRCULAR, EM POLIETILENO, DIÂMETRO INTERNO = 0,3 M. AF_12/2020	UN	3,00
HASTE DE ATERRAMENTO, DIÂMETRO 5/8", COM 3 METROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2023	UN	104,00
SOLDA EXOTÉRMICA PARA SPDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	104,00
<b>SPDA - CAPTOR</b>		
CAPTOR TIPO FRANKLIN PARA SPDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2023	UN	1,00



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



MASTRO 1 ½", COM 3 METROS, PARA SPDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2023	UN	1,00
TERMINAL AEREO EM ALUMÍNIO COM BASE DE FIXACAO H = 30CM. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	54,00
INSTALAÇÃO DE SINALIZADOR, 60W, COM FOTOCÉLULA, PARA SPDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,00
<b>SPDA - CONDUTORES</b>		
BARRA CHATA EM ALUMÍNIO 7/8" X 1/8" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	1175,30
CORDOALHA DE COBRE NU 50 MM <sup>2</sup> , ENTERRADA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2023	M	494,00
CORDOALHA DE COBRE NU 70 MM <sup>2</sup> , NÃO ENTERRADA, COM ISOLADOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2023	M	405,50
ELETRODUTO RÍGIDO SOLDÁVEL, PVC, DN 32 MM (1"), APARENTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2022_PA	M	44,00
ISOLADOR SIMPLES P/ FIX HORIZ. 200MM	UN	871,00
BARRA CHATA EM ALUMÍNIO 7/8" X 1/8" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	96,00
APLICAÇÃO DE SELANTE EM POLIURETANO FLEXÍVEL 360G	UN	2,00
TERMINAL DE COMPRESSÃO PARA CABO DE 50,00MM <sup>2</sup> - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	27,00



#### 4. GERENCIAMENTO DE RISCO.

Com o intuito de projetar o SPDA para atender e proteger a edificação em questão e as pessoas no seu interior e nas suas proximidades, foi realizado a gerenciamento de risco (Anexo I) com o objetivo de determinar a classe de proteção e a qual a estrutura será submetida.

Para este estudo foi considerado a perda de vida humana – L1 e perda de serviço ao público – L2, portanto o Risco de perda de vida humana – R1, os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta. Incluindo os componentes:

- **Componente Ra** (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura);
- **Componente Rb** (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura);
- **Componente Ru** (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada);
- **Componente Rv** (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada).

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

- **Componente Rb** (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura);
- **Componente Rc** (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura);
- **Componente Rm** (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura);
- **Componente Rv** (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada);
- **Componente Rw** (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada);
- **Componente Rz** (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha).

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

O resultado dos riscos R1 e R2 são valores relativos a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados. A somatória total para R1 não poderá ultrapassar o risco tolerável  $RT = 10^{-5}$ . Para R2 o risco tolerável não devesa exceder  $RT = 10^{-3}$ .

Medidas de proteção deverão ser adotadas com o intuito de reduzir o risco a níveis aceitáveis.

Para o estudo foi utilizado a densidade de descargas atmosféricas para a terra igual a  $4,79/\text{km}^2$  x ano e nas zonas interna e externa da edificação foi considerado um número total de 200 pessoas e tempo de permanência de 8.760 por ano.



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



Após a elaboração do gerenciamento de riscos (Anexo I), foi constatado que o a somatória do risco  $R1 = RA + RB + RU + RV$  alcançaria um total de  $R1 = 6,57 \times 10^{-5}/\text{ano}$  e  $R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$  alcançaria um total de  $R2 = 87,62 \times 10^{-3}/\text{ano}$  ultrapassando assim o limite tolerável da norma técnica de  $R1 \leq 10^{-5}$  e  $R2 \leq 10^{-3}$ , visando reduzir o risco R1 e R2 a valores aceitáveis, as seguintes medidas foram adotadas: Instalação de um SPDA classe III e a instalação de Dispositivos de proteção contra de surtos (DPS).

Com as medidas de proteção adotadas os componentes de riscos serão reduzidos a  $R1 = 0,111 \times 10^{-5}/\text{ano}$  e  $R2 = 0,209 \times 10^{-3}/\text{ano}$ .

## **5. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS.**

A metodologia do SPDA adotada será através do método “Gaiola de Faraday”, o subsistema de captação será composto por minicaptadores 300mm 7/8” x 1/8” e barras chata de alumínio 7/8” x 1/8”, já o subsistema de aterramento será composto por cabo de cobre nu de 50mm<sup>2</sup>. O subsistema de descida será formado por barras chatas de alumínio 7/8” x 1/8” e cabos de cobre nu 50mm<sup>2</sup>, com fixação a cada 0,60 metro no máximo e com eletroduto PVC rígido de 1’ nos últimos 3 (três) metros fixados a parede através de abraçadeiras a cada 1 (um) metro. Deverão ser instalados 24 descidas, conforme indicação no projeto.

Cada descida possuirá uma caixa de inspeção de suspensão em polipropileno a 0,4 metro do piso acabado, onde o subsistema de captação e descida será interligado ao subsistema de aterramento através de conector com interface bimetálica (terminal de cobre estanhado para cabos 50mm<sup>2</sup>). Esta caixa de inspeção corresponde ao ponto de seccionamento dos subsistemas em conformidade com a NBR 5419:2015.

O subsistema de aterramento possuirá também 4 caixas de inspeção de aterramento em polipropileno com dimensões de 300x300mm permitindo que em caso de futuras ampliações seja possível a conexão com o subsistema de aterramento existente. Dentro dessas caixas deverá ser inserida uma haste de aterramento com dimensões mínimas de 3/4” x 3 m, com camada de cobre. Todas as conexões entre cabos e haste de aterramento devem ser feitas através de solda exotérmica apropriada para a conexão.

No fundo da caixa de passagem deverá ser colocada uma camada de brita N° 2 de 10 cm. As caixas devem ser integras, firmes a solo garantindo sua durabilidade, pois será necessário que no futuro ajam inspeções e medição da resistência de aterramento. As tampas das caixas de inspeção de



aterramento devem ser tampas de ferro fundido. Estas caixas de inspeção de aterramento devem permanecer sempre visíveis e não podem ser cobertas por qualquer tipo de material.

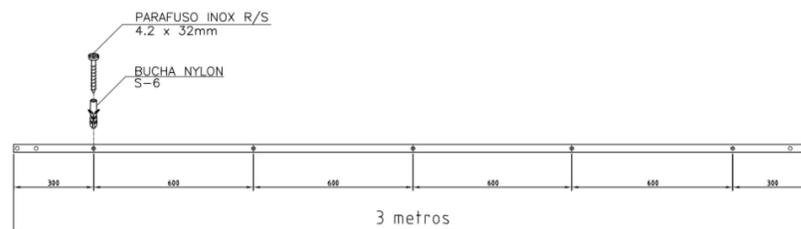
## 6. RELAÇÃO ORIENTATIVA DE MATERIAIS.

A relação de materiais é apenas orientativa, devendo o executor prever os materiais complementares de forma a garantir uma montagem que satisfaça as condições preconizadas pelas Normas Técnicas da ABNT aplicáveis, e satisfazer as condições previstas no orçamento da obra.

Nesta instalação somente deverão ser utilizados materiais nobres, como o cobre, alumínio, bronze aço inox ou metal. Este requisito se aplica aos captores, condutores de descida e seus suportes, conectores e derivações.

### 5.1- BARRA CHATA DE ALUMÍNIO 7/8" X 1/8".

A montagem da barra chata de alumínio no SPDA será sempre ao ar livre em captação, descidas e equipotencializações. Não é permitido seu uso na terra, embutido diretamente no concreto ou reboco, devido a corrosão. Pode ser destruído por acoplamento galvânico pelo cobre. Portanto sua fixação e conexão deverá ser sempre com produtos bimetálicos, alumínio, inox. **Todas as perfurações realizadas para fixação das barras devem ser vedadas com poliuretano.**



### 5.2- GRAMPO TIPO "X" EM ALUMÍNIO.

Grampo de alumínio para cruzamento e derivações de barras chatas de alumínio 7/8" x 1/8", com 4 parafusos de aço inoxidável.

### 5.3- MINICAPTOR 300MM 7/8" X 1/8".



Os minicaptadores tem a função de facilitar a recepção da descarga atmosférica, sendo ponto preferencial de impacto do raio sobre a cobertura de uma estrutura. Os minicaptadores deverão ser instalados em uma distância máxima de 4 metros.

Em todas as quinas das platibandas deverá ser instalado um minicaptador.

Fabricados com alumínio chato, acabamento natural, com base horizontal e um furo de fixação diâmetro 7mm.

#### **5.4- HASTE DE ATERRAMENTO.**

Haste de Aterramento tipo Copperweld de alta camada. Camada de cobre obtida através do processo de eletrodisposição anódica. Extremidade pontiaguda.

- Comprimento (C): 3,00 m.
- ØA: 3/4" nominal.
- Aço do núcleo: SAE 1010/1020.
- Revestimento: cobre eletrolítico de pureza mínima 99,9% sem traços de zinco.
- Espessura do revestimento: 254µ

#### **5.5- CAIXA DE INSPEÇÃO SUSPensa.**

A caixa de inspeção suspensa tem como função principal facilitar o acesso aos conectores de inspeção ao mesmo tempo em que os protege contra intempéries. Os conectores de inspeção unem as barras chatas provenientes das descidas com os cabos provenientes do subsistema de aterramento.

Caixa de inspeção suspensa fabricada em polipropileno com anti-UV e anti-chama nas medidas de 158x123x87mm, com 2 bocais de 1" para conexão com o eletroduto. Deverá possuir adesivo de advertência em acordo com norma NBR 5419:2015-3 e ser instaladas a 0,4 metros do piso.

- Ø interno do bocal: 1" (32mm)
- Comprimento do bocal: 45mm
- Nível de proteção IP: 65

#### **5.6- BARRAMENTO DE EQUIPOTENCIALIZAÇÃO - BEP.**

As caixas de equalização são utilizadas para fazer a equalização de massas metálicas, equipamentos etc. A fim de evitar que a diferença de potencial gere correntes que possam causar danos a pessoas e equipamentos.



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



Caixa de Equipotencialização em aço com pintura eletrolítica cinza. Contém barramento de cobre com 9 terminais de pressão em latão, sendo 8 terminais para cabos de até 16mm<sup>2</sup> e 1 um terminal para cabo de até 50mm<sup>2</sup>.

- Caixa restrita ao uso interno.
- Comprimento: 210mm
- Largura: 210mm
- Espessura: 90mm
- Diâmetro dos furos inferiores Ø 34mm
- Nível de proteção IP: 20

#### **5.7- RELAÇÃO ORIENTATIVA DE MATERIAIS.**

A relação de materiais (Anexo II) é apenas orientativa, devendo o executor prever os materiais complementares de forma a garantir uma montagem que satisfaça as condições preconizadas pelas Normas Técnicas da ABNT aplicáveis, e satisfazer as condições previstas no orçamento da obra.

#### **7. ALTERAÇÕES DE PROJETO.**

Toda e qualquer alteração do projeto deverá ser expressamente comunicada ao projetista, o qual deverá estudar a proposta do caso e emitir seu parecer técnico dentro de um prazo previamente acertado entre as partes. Em caso de dúvidas sobre algum detalhe do projeto durante a execução, o projetista deverá ser consultado sobre qual solução adotar. Os direitos autorais são de propriedade do projetista.

**JANETE MOREIRA LOPES**  
**ENGENHEIRA CIVIL**  
**CREA 9742 D/RO**



## ANEXO I – Gerenciamento de Riscos – Memorial de Cálculo

### Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
4,70 m	54,66 m	56,11 m

A área de exposição equivalente ( $A_d$ ) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções.

$$A_d = 4727,75 \text{ m}^2$$

### Dados do projeto

#### Classificação da estrutura

Nível de proteção: III

#### Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra:  $4.79/\text{km}^2 \times \text{ano}$

#### 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
ESCOLA MODULAR	322.40	14.06	35

#### Seção das barras chatas e cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor	Descida	Aterramento ( $\text{mm}^2$ )
Barra chata de alumínio	7/8"x1/8"	7/8"x1/8"	50

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



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



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) = 73° a 70°

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)
NIVEL SOLO	0.00	0.00
NIVEL COBERTURA	4.70	4.70

### 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)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	4.79/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	2.26x10 <sup>-2</sup> /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 <sup>-1</sup>
--	--------------------



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	$1 \times 10^{-3}$
Pa = Pta x Pb	$1 \times 10^{-4}$
La (valores de perda na zona considerada)	
rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	$1 \times 10^{-2}$
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-2}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	150
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
La = rt x Lt x (nz/nt) x (tz/8760)	$1.33 \times 10^{-4}$

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

$$Ra = 3.02 \times 10^{-10} / \text{ano}$$

**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)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$4.79 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
Nd = Ng x Ad x Cd x $10^{-6}$	$2.26 \times 10^{-2} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	$1 \times 10^{-3}$

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	$5 \times 10^{-1}$
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	$1 \times 10^{-2}$
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	10
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



nt (Número total de pessoas na estrutura)	150
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	$6.67 \times 10^{-3}$

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

$$Rb = 1.51 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	30 m	30 m
$Al = 40 \times LI$	1200 m <sup>2</sup>	1200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		4.79/km <sup>2</sup> 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	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	1	1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.87 \times 10^{-3} / \text{ano}$	$5.75 \times 10^{-3} / \text{ano}$

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 <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	1
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)		0.1



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05
---	------

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência $R_s$ 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	0
$P_u = P_{tu} \times P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	$5 \times 10^{-3}$	0

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	$1 \times 10^{-2}$
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-2}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	150
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$L_u = r_t \times L_t \times (n_z / n_t) \times (t_z / 8760)$	$1.33 \times 10^{-4}$

$$R_u = R_{u.E} + R_{u.T}$$

$$R_u = [(N_{I.E} + N_{d,j.E}) \times P_{u.E} \times L_u] + [(N_{I.T} + N_{d,j.T}) \times P_{u.T} \times L_u]$$

$$R_u = 1.92 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	30 m	30 m
$A_l = 40 \times L_I$	1200 m <sup>2</sup>	1200 m <sup>2</sup>



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	4.79/km <sup>2</sup> 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	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	1	1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.87x10 <sup>-3</sup> /ano	5.75x10 <sup>-3</sup> /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 <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	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	0
Pv = Peb x Pld x Cld	5x10 <sup>-2</sup>	0

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 <sup>-1</sup>
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 <sup>-2</sup>
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	10
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	150



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$	$6.67 \times 10^{-3}$

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

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

$$R_v = 9.58 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

### Resultado de R1

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

$$R_1 = R_a + R_b + R_u + R_v$$

$$R_1 = 1.11 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

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

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

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$4.79 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	$2.26 \times 10^{-2} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	$1 \times 10^{-3}$

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	$5 \times 10^{-1}$
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	$1 \times 10^{-2}$
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



nt (Número total de pessoas na estrutura)	150
$L_b = r_p \times r_f \times L_f \times (n_z/n_t)$	$6.67 \times 10^{-4}$

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

$$R_b = 1.51 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

### 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.

$N_d$  (número de eventos perigosos para a estrutura)

$C_d$ (Fator de localização)	1
$N_g$ (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$4.79 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	$2.26 \times 10^{-2} / \text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
$P_{spd}$ (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	$5 \times 10^{-2}$	1
$C_{ld}$ (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	0
$P_{c.E} = P_{spd.E} \times C_{ld.E}$ , $P_{c.T} = P_{spd.T} \times C_{ld.T}$	$5 \times 10^{-2}$	0
$P_c = 1 - [(1 - P_{c.E}) \times (1 - P_{c.T})]$	$5 \times 10^{-2}$	

$L_c$  (valores de perda na zona considerada)

$L_o$ (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-2}$
$n_z$ (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	150
$L_c = L_o \times (n_z/n_t)$	$1.33 \times 10^{-2}$



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



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

$$R_c = 1.51 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

**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 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)	4.79/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	870713 m <sup>2</sup>
Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>	4.17/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 <sup>-2</sup>	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)	1x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	1	6
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1.67x10 <sup>-1</sup>
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) <sup>2</sup>	1x10 <sup>-4</sup>	2.78x10 <sup>-6</sup>
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	5x10 <sup>-6</sup>	2.78x10 <sup>-6</sup>
Pm = 1 - [(1 - Pm.E) x (1 - Pm.T)]	7.78x10 <sup>-6</sup>	

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 <sup>-2</sup>
---	--------------------



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



nz (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	150
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	$1.33 \times 10^{-2}$

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

$$Rm = 4.33 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

**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)	30 m	30 m
$AI = 40 \times LI$	1200 m <sup>2</sup>	1200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		4.79/km <sup>2</sup> 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	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	1	1
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	2.87x10 <sup>-3</sup> /ano	5.75x10 <sup>-3</sup> /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 <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	1
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS)	0.05	



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



foram projetados)	
-------------------	--

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	0
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	$5 \times 10^{-2}$	0

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	$5 \times 10^{-1}$
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	$1 \times 10^{-2}$
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	150
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	$6.67 \times 10^{-4}$

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

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

$$Rv = 9.58 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	30 m	30 m



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



$AI = 40 \times LI$	1200 m <sup>2</sup>	1200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		4.79/km <sup>2</sup> 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	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	1	1
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	2.87x10 <sup>-3</sup> /ano	5.75x10 <sup>-3</sup> /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 <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	1
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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 <sup>-2</sup>	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	0
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	5x10 <sup>-2</sup>	0

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 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	150
$Lw = Lo \times (nz/nt)$	1.33x10 <sup>-2</sup>

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



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



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

$$Rw = 1.92 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

### 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)	30 m	30 m
Ai = 4000 x LI	120000 m <sup>2</sup>	120000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		4.79/km <sup>2</sup> 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	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	1	1
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.87x10 <sup>-1</sup> /ano	5.75x10 <sup>-1</sup> /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 <sup>-2</sup>	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	0.04
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	0
Pz = Pspd x Pli x Cli	5x10 <sup>-2</sup>	0

Lz (valores de perda na zona considerada)



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	200
nt (Número total de pessoas na estrutura)	150
Lz = Lo x (nz/nt)	1.33x10 <sup>-2</sup>

$$R_z = R_{z.E} + R_{z.T}$$

$$R_z = (N_i.E \times P_{z.E} \times L_z) + (N_i.T \times P_{z.T} \times L_z)$$

$$R_z = 1.92 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

### 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.

$$R_2 = R_b + R_c + R_m + R_v + R_w + R_z$$

$$R_2 = 2.09 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

### 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.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	4.79/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	2.26x10 <sup>-2</sup> /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10 <sup>-3</sup>

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um	5x10 <sup>-1</sup>
---	--------------------



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



incêndio)	
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	$1 \times 10^{-2}$
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	600000
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	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 linha)	30 m	30 m
$Al = 40 \times LI$	1200 m <sup>2</sup>	1200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		4.79/km <sup>2</sup> 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	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	1	1
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.87 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$5.75 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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 <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	1
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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	0
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	$5 \times 10^{-2}$	0

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	$5 \times 10^{-1}$
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	$1 \times 10^{-2}$
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	600000
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	0

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

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

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

### 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.

$$R3 = Rb + Rv$$

$$R3 = 0/\text{ano}$$

### Risco de perda de valores econômicos (R4) - Padrão



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



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)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	4.79/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	2.26x10 <sup>-2</sup> /ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10 <sup>-3</sup>

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 <sup>-1</sup>
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 <sup>-2</sup>
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	2x10 <sup>-1</sup>
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
Lb = rp x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	1x10 <sup>-3</sup>

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

$$Rb = 2.26 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



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)	1
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	4.79/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	2.26x10 <sup>-2</sup> /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 <sup>-2</sup>	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	0
Pc.E = Pspd.E x Cld.E, Pc.T = Pspd.T x Cld.T	5x10 <sup>-2</sup>	0
Pc = 1 – [(1 – Pc.E) x (1 – Pc.T)]	5x10 <sup>-2</sup>	

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 <sup>-3</sup>
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 <sup>-3</sup>

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

$$Rc = 1.13 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

**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 com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



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

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	4.79/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	870713 m <sup>2</sup>
Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>	4.17/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 <sup>-2</sup>	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)	1x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	1	6
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1.67x10 <sup>-1</sup>
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) <sup>2</sup>	1x10 <sup>-4</sup>	2.78x10 <sup>-6</sup>
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	5x10 <sup>-6</sup>	2.78x10 <sup>-6</sup>
Pm = 1 - [(1 - Pm.E) x (1 - Pm.T)]	7.78x10 <sup>-6</sup>	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-3</sup>
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 x (cs/CT)	1x10 <sup>-3</sup>

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

$$Rm = 3.24 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



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)	30 m	30 m
AI = 40 x LI	1200 m <sup>2</sup>	1200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	4.79/km <sup>2</sup> 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	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	1	1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.87x10 <sup>-3</sup> /ano	5.75x10 <sup>-3</sup> /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 <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	1
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	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	0
Pv = Peb x Pld x Cld	5x10 <sup>-2</sup>	0

Lv (valores de perda na zona considerada)



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 <sup>-1</sup>
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 <sup>-2</sup>
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	2x10 <sup>-1</sup>
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 x rf x Lf x ((ca+cb+cc+cs)/CT)	1x10 <sup>-3</sup>

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

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

$$R_v = 1.44 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	500 m	30 m
Al = 40 x LI	1200 m <sup>2</sup>	1200 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)		4.79/km <sup>2</sup> 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	1



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	1	1
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.87 \times 10^{-3}/ano$	$5.75 \times 10^{-3}/ano$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	1
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano

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

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	$5 \times 10^{-2}$	1
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	0
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	$5 \times 10^{-2}$	0

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)	$1 \times 10^{-3}$
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lw = Lo \times (cs/CT)$	$1 \times 10^{-3}$

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

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

$$Rw = 1.44 \times 10^{-7}/ano$$



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



**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)	30 m	30 m
$A_i = 4000 \times LI$	120000 m <sup>2</sup>	120000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	4.79/km <sup>2</sup> 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	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	1	1
$N_i = N_g \times A_i \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	2.87x10 <sup>-1</sup> /ano	5.75x10 <sup>-1</sup> /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 <sup>-2</sup>	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	0.04
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)	1	0
$P_z = P_{spd} \times P_{li} \times C_{li}$	5x10 <sup>-2</sup>	0

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-3</sup>
--	--------------------



**ESTADO DE MATO GROSSO**  
**PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA**  
**GESTÃO 2021 - 2024**



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 x (cs/CT)	1x10 <sup>-3</sup>

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

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

$$Rz = 1.44 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

#### Resultado de R4

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

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

$$R4 = 1.58 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

#### Avaliação do custo de perdas do valor econômico – Padrão

#### Resultado das perdas de valor econômico

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

#### Custo total de perdas (ct)

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

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

$$ct = 0$$

#### 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.



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



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

$$CT = 0$$

### 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.

$$CL = CT \times R4$$

$$CL = 0$$

### 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	$0.11113 \times 10^{-5}$	$0.209 \times 10^{-3}$	0	$0.016 \times 10^{-3}$

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 0.11113 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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

$$R2 = 0.209 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois  $R \leq 10^{-3}$

#### R3: risco de perdas de patrimônio cultural



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



R3 = 0/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 =  $0.016 \times 10^{-3}$ /ano

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

CT = 0

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

CL = 0



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



ANEXO II – Referência de peças

Peça	Descrição
	Barra chata em alumínio 7/8" x 1/8"
	Minicaptor 300mm
	Grampo tipo "X" em alumínio
	Caixa de inspeção de aterramento (suspensa)
	Tampa em ferro fundido da caixa de inspeção de aterramento (enterrada)
	Caixa de inspeção de aterramento enterrada
	Cabo de cobre nu (50mm <sup>2</sup> )
	Eletroduto rígido em PVC 1"
	Caixa de equalização de potenciais 210x210x090



ESTADO DE MATO GROSSO  
PREFEITURA MUNICIPAL DE RONDOLÂNDIA  
GESTÃO 2021 - 2024



*Janete Moreira Lopes*  
Responsável Técnica  
Engenheira Civil CREA: 9742D/RO

JANETE MOREIRA LOPES  
ENGENHEIRA CIVIL  
CREA: 9742 D / RO