



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

**ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS**

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

**MEMORIAL DESCRITIVO / ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**  
**REF: INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM BAIXA TENSÃO**  
**CABEAMENTO ESTRUTURADO**  
**SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

**1.1. OBJETO:** " E.E.E.F.M - 4 de janeiro "

Endereço:, Rua Gregório Alegre 5761, Porto Velho, RO, 76824-196

Bairro: Aponia

Local: Porto Velho - RO

Responsável Técnico pelo Projeto: Eng.º Eletricista Leandro Levy

Crea 19065 D/RO

**Porto Velho – RO, 09 de JANEIRO de 2023.**



GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

## **SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

O presente memorial descritivo tem por objetivo orientar a execução dos serviços de instalações do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA das instalações da " E.E.E.F.M - 4 de janeiro ".

Os critérios e métodos a serem adotados serão os descritos nas normas NBR 5419/2005.

### **1 - CONDIÇÕES GERAIS**

A fim de se evitar falsas expectativas sobre o sistema de proteção, é importante tecer os seguintes esclarecimentos:

I - 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;

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

III - A implantação e manutenção de sistemas de proteção (pára-raios) é normalizada internacionalmente pela IEC (International Eletrotecnical Commission) e em cada país por entidades próprias como a ABNT (Brasil), NFPA (Estados Unidos) e BSI (Inglaterra). No Brasil, a manutenção deve ser realizada anualmente, através da contratação de Empresa especializada ou Engenheiro com atribuição para tal, com Registro de Responsabilidade Técnica;



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

**ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS**

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

IV - 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;

V - 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;

VI - 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;

VII - 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;

VIII – A execução deste projeto deverá ser feita por técnicos especializados.

## **2 – ELEMENTOS**

### **Tipo de proteção utilizada: Método Gaiola de Faraday**

#### **2.1 Subsistema de Captação**

Parte do SPDA externo destinada a interceptar as descargas atmosféricas.

Os captores são formados por uma malha de cobre nu, de seção nominal 35mm<sup>2</sup>, fixado com presilhas de latão, instalados sobre todo o perímetro do prédio, em algumas extremidades serão instalados terminais aéreos em aço galvanizado de fixação horizontal, distribuídos conforme projeto, para diminuir a possibilidade de danos à malha captora no caso de ocorrência



GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

de descargas atmosféricas.

## **2.2 Presilha Para Fixação da Malha de Captação**

Para a fixação dos cabos captadores, deverá ser utilizado presilhas de latão para fixação direta de cabos, com furação de 5mm, fixadas com parafuso e bucha S6 e sikaflex para vedação. (TERMOTÉCNICA, AMERION, GAMATEC ou equivalente do mesmo padrão de qualidade) instaladas a uma distância máxima entre si de 1,5m.

## **2.3 Subsistema de Descidas**

Parte do SPDA externo destinada a conduzir as correntes das descargas atmosféricas da captação até o aterramento.

As descidas serão feitas através de cabo de cobre Nu - 35mm<sup>2</sup>, derivado da malha captora através de conector split bolt, fixado na extremidade do telhado com suporte guia curto para quina, em cantoneira de ferro em L, o condutor de descida será instalado em Eletroduto de PVC 1" fixado na parede com abraçadeiras de PVC tipo colar.

Em todos os pontos de descida, onde será feita a conexão com a malha de aterramento, serão construídas caixas de inspeção em alvenaria nas dimensões descritas em projeto ou caixa de inspeção suspensas em casos especificados em projeto.

## **2.4 Equalização do potencial**

Ligação entre o SPDA e as instalações metálicas, destina para reduzir as diferenças de potencial causadas pelas correntes de descargas atmosféricas.

Será feito por Caixa metálica de equalização 38x32x14cm com placa de cobre 25x25x6mm com isolador epoxi 600V e conectores de pressão, conforme detalhe em projeto. Deverão ser interligadas as partes metálicas não energizadas das instalações elétricas e das demais, como, QGBT, QDIT's, QDF'S, Elevadores, parte hidráulica, GLP, etc.



GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

## **2.5 Subsistema de Aterramento**

Parte do SPDA destinado a conduzir e dispersar a corrente de descarga atmosférica na terra.

A malha de aterramento será realizada através de malha de cobre nu de 50mm, com hastes tipo Copperweld, Ø16mmx3000mm, 254 micras, com afastamento mínimo de 3000mm entre si, conforme indicado na prancha de aterramento. Para a conexão entre a haste e a malha de aterramento deverá ser realizada solda do tipo exotérmica, com os moldes apropriados.

Os eletrodos de aterramento devem ser instalados a uma profundidade mínima de 0,6m e afastados das fundações da estrutura uma distancia mínima de 1m.

Nos pontos de encontro das descidas dos captosres com a malha de aterramento, é obrigatório a instalação de caixa de inspeção.

## **2.6 Caixas de Inspeção**

As caixas de inspeção serão, em concreto, nas dimensões 40cm x 40cm x 40cm, com tampa em concreto ou suspensas em pvc.

Deverão ser instalados nas caixas de inspeção das extremidades conector de medição.

## **3 - NOTAS:**

- Todas as conexões deverão ser feitas com soldas exotérmicas;
- A medida do nível de aterramento não poderá ultrapassar a 10 ohms em qualquer época do ano;
- Deverá ser feito vistoria anual do sistema de pára-raios;
- Nas soldas exotérmicas cabo terminal no topo da haste, utilizar molde apropriado de acordo com manual do fabricante;
- Na execução ver detalhes.



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

**ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS**

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

#### **4 - OUTRAS RECOMENDAÇÕES**

- A descida será interligada ao aterramento, e será composto por hastes de aterramento e Cabo de Cobre Nu 50 mm, conforme detalhes executivos indicados no projeto. A resistência máxima permitida em qualquer época do ano deverá ser inferior a 10  $\Omega$  (ohms);

- Antes de instalar o aterramento, deverá ser realizado um estudo das condições gerais do solo, através da técnica da Estratificação em camadas, a fim de se obter o maior número possível de informações acerca do terreno e, então, implantar o sistema de aterramento;

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

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

- Caso ocorra uma medição superior ao valor indicado acima, o aterramento deverá ser melhorado através dos seguintes processos: hastes mais profundas; Tratamento químico com gel; tratamento com betonita; aberturas de cisternas de apoio. Porém não é indicado o aumento indiscriminado do número de hastes de aterramento, pois este processo poderá comprometer outras variáveis consideradas no cálculo de um sistema de aterramento;

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

- Todos os serviços a serem executados para este sistema, deverão obedecer a melhor técnica vigente, enquadrando-se rigorosamente, dentro dos



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

**ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS**

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

preceitos normativos da NBR-5419 da ABNT;

## **Memorial de cálculo**

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

### **Dados da edificação**

<b>Altura (m)</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>
Indefinido	Indefinido	Indefinido

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.

$A_d$  = Indefinido

## **Dados do projeto**

### **Classificação da estrutura**

Nível de proteção: III

### **Densidade de descargas atmosféricas**

Densidade de descargas atmosféricas para a terra:  $6.54/\text{km}^2 \times \text{ano}$

### **Número de descidas**



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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
Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indefinido

### Seção das cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm <sup>2</sup> )	Descida (mm <sup>2</sup> )	Aterramento (mm <sup>2</sup> )
Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indefinido

### 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)
Indefinido	Indefinido	Indefinido

### 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 RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

**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)	$2.5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.54/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	0/ano

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

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	$1 \times 10^{-1}$
$Pa = Pta \times Pb$	$1 \times 10^{-1}$

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)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	$1 \times 10^{-4}$

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

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

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



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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)	$2.5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.54/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	0/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	$1 \times 10^{-1}$

**Lb (valores de perda na zona considerada)**

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
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)	$1 \times 10^{-1}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	$1 \times 10^{-1}$

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

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

**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.



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

**Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)**

Cd (Fator de localização)	$2.5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.54/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	0/ano

**Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura 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)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$ , $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	1	1
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	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)	$1 \times 10^{-1}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lc = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	$1 \times 10^{-1}$

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

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

**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



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

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

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	0 m <sup>2</sup>
Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>	0/ano

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

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

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lm = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10 <sup>-1</sup>

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



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

**Rm = 0/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)	1000 m	1000 m
Al = 40 x LI	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/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)	1	1
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 <sup>-6</sup>	2.62x10 <sup>-2</sup> /ano	2.62x10 <sup>-2</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	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)	1	
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	1	



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pu = Ptu \times Peb \times Pld \times Cld$	1	1

**Lu (valores de perda na zona considerada)**

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	$1 \times 10^{-2}$
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)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$	$1 \times 10^{-4}$

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

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

$$Ru = 5.23 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

**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 atinge a linha)**

	<b>Linhas de</b>	<b>Linhas de telecomunicações</b>
--	------------------	-----------------------------------

**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA****SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO****ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS**

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

	<b>energia (E)</b>	<b>(T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/km <sup>2</sup> x ano	

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

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.62x10 <sup>-2</sup> /ano	2.62x10 <sup>-2</sup> /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	0.25
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)	1	

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

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

**Lv (valores de perda na zona considerada)**

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo)	1



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

especial)	
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)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	$1 \times 10^{-1}$

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

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

$$Rv = 5.23 \times 10^{-3}/ano$$

**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 <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/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)
--	-----------------------	--------------------------------



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$2.62 \times 10^{-2}/ano$	$2.62 \times 10^{-2}/ano$

**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	0.25
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	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)	1	1
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	1	1

**Lw (valores de perda na zona considerada)**

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lw = Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	$1 \times 10^{-1}$

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

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



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

$$Rw = 5.23 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

**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 x LI	4000000 m <sup>2</sup>	4000000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/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)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Ni = Ng x Ai x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.62/ano	2.62/ano

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
Pz = Pspd x Pli x Cli	1	1

**Lz (valores de perda na zona considerada)**

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lz = Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	1x10 <sup>-1</sup>

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

$$R_z = (N_i.E \times P_z.E \times L_z) + (N_i.T \times P_z.T \times L_z)$$

$$R_z = 5.23 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

## Resultado de R1

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

$$R_1 = R_a + R_b + R_c + R_m + R_u + R_v + R_w + R_z$$

$$R_1 = 5.34 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

## 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.



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

**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)	$2.5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.54/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	0/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	$1 \times 10^{-1}$

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
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)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	$1 \times 10^{-1}$

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

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

**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.



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

**Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)**

Cd (Fator de localização)	$2.5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.54/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	0/ano

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$ , $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	1	1
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	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)	$1 \times 10^{-2}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lc = Lo \times (nz/nt)$	$1 \times 10^{-2}$

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

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

**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.

**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	0 m <sup>2</sup>
$Nm = Ng \times Am \times 10^{-6}$	0/ano

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	1	1
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$ , $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	1	1
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	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)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	1x10 <sup>-2</sup>

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

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

**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

**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 <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/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)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.62x10 <sup>-2</sup> /ano	2.62x10 <sup>-2</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	0.25
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)	1	

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

	Linhas de	Linhas de
--	-----------	-----------



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

	<b>energia (E)</b>	<b>telecomunicações (T)</b>
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
$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	1	1

**Lv (valores de perda na zona considerada)**

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
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)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$L_v = r_p \times r_f \times L_f \times (nz/nt)$	$1 \times 10^{-1}$

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

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

$$R_v = 5.23 \times 10^{-3}/\text{ano}$$

**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)

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
--	------------------------------	---------------------------------------



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA****SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO****ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS**

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira - Ed Rio Guaporé - Reto 01 - 76.801-468 - Fone: (69)3216-5316.

LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/km <sup>2</sup> x ano	

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

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.62x10 <sup>-2</sup> /ano	2.62x10 <sup>-2</sup> /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	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	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)	1	1
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pw = Pspd x Pld x Cld	1	1

**Lw (valores de perda na zona considerada)**

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

$Lw = Lo \times (nz/nt)$	$1 \times 10^{-2}$
--------------------------	--------------------

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

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

$$Rw = 5.23 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

**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.

$A_i$  (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
$A_i = 4000 \times LI$	4000000 m <sup>2</sup>	4000000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/km <sup>2</sup> x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
$C_i$ (Fator de instalação da linha)	1	1
$C_t$ (Fator do tipo de linha)	1	1
$C_e$ (Fator ambiental)	0.1	0.1
$N_i = Ng \times A_i \times C_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	2.62/ano	2.62/ano

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



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

	<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)	1	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	1	1

**Lz (valores de perda na zona considerada)**

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-2}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lz = Lo \times (nz/nt)$	$1 \times 10^{-2}$

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

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

$$Rz = 5.23 \times 10^{-2}/ano$$

## **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.

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

$$R2 = 5.81 \times 10^{-2}/ano$$

## **Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão**



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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)	2.5x10 <sup>-1</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	0/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10 <sup>-1</sup>

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
Lb = rp x rf x Lf x (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,

**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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 <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/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)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.62x10 <sup>-2</sup> /ano	2.62x10 <sup>-2</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	0.25
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)	1	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
PId (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
CId (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	1	1
--	---	---

**Lv (valores de perda na zona considerada)**

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	1
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1
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\$)	1000000
$L_v = r_p \times r_f \times L_f \times (cz/ct)$	0

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

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

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

### 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.

$$R_3 = R_b + R_v$$

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

### 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.



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

**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)	2.5x10 <sup>-1</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/km <sup>2</sup> x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 <sup>-6</sup>	0/ano
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1x10 <sup>-1</sup>

Lb (valores de perda na zona considerada)

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

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

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

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



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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)	$2.5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.54/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	0/ano

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

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

**Lc (valores de perda na zona considerada)**

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lc = Lo \times (cs/CT)$	$1 \times 10^{-1}$

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

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

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



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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

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

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/km <sup>2</sup> x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	0 m <sup>2</sup>
Nm = Ng x Am x 10 <sup>-6</sup>	0/ano

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

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

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0

**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

$L_m = L_o \times (cs/CT)$	$1 \times 10^{-1}$
----------------------------	--------------------

$$R_m = N_m \times P_m \times L_m$$

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

**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.

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 <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/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)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.62x10 <sup>-2</sup> /ano	2.62x10 <sup>-2</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>

**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
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)	1	

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

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

**Lv (valores de perda na zona considerada)**

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

$$R_v = R_v.E + R_v.T$$

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

$$R_v = 5.23 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

**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

**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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 <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/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)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	2.62x10 <sup>-2</sup> /ano	2.62x10 <sup>-2</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	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 <sup>-6</sup>	0/ano	0/ano

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	1	1
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do	1	1

**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

equipamento)		
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	1	1

**Lw (valores de perda na zona considerada)**

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-1</sup>
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lw = Lo \times (cs/CT)$	1x10 <sup>-1</sup>

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

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

$$Rw = 5.23 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

**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)**

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Ai = 4000 \times LI$	4000000 m <sup>2</sup>	4000000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.54/km <sup>2</sup> x ano	

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



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

	<b>Linhas de energia (E)</b>	<b>Linhas de telecomunicações (T)</b>
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	2.62/ano	2.62/ano

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de 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)	1	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	1	1

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	$1 \times 10^{-1}$
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lz = Lo \times (cs/CT)$	$1 \times 10^{-1}$

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

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

$$Rz = 5.23 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

## 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.



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

**ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS**

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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

$$R4 = 5.81 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

## **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.

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



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

$$CT = 0$$

### **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	$53361.42 \times 10^{-5}$	$58.07 \times 10^{-3}$	0	$580.69 \times 10^{-3}$

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 53361.42 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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

#### **R2: risco de perdas de serviço ao público**

$$R2 = 58.07 \times 10^{-3} / \text{ano}$$





**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO

ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

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**

$R4 = 580.69 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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

$CT = 0$

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

$CL = 0$

## **5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O autor do projeto deverá ser consultado sobre qualquer mudança que ser fizer necessário quando da instalação do que foi especificado em projeto.

Para melhores esclarecimentos, daremos inteira submissão às especificações.

## **6 - NORMAS TÉCNICAS E FONTES DE CONSULTA**

NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão, mar/2005;

NR-10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

NBR-5419: Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas.



**GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA**

**SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

**ASSESSORIA TÉCNICA DE INFRAESTRUTURA - INFRA/OBRAS**

R: Pe. Chiquinho, S/N, B: Pedrinhas - Palácio Rio Madeira – Ed Rio Guaporé – Reto 01 - 76.801-468 – Fone: (69)3216-5316.

---

**LEANDRO LEVY ANDRADE WAN BURK**

**Eng. Eletricista**

Crea 19065 D/RO

---

**SALOMÃO AYTON DO NASCIMENTO**  
**ARQUITETO E URBANISTA – Nº A281547-8**

**Chefe setor INFRAOBRAS**