



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

## **CÁLCULO DE GERENCIAMENTO DE RISCO DE SPDA**

O presente documento tem por finalidade descrever o cálculo de risco para sistema de proteção contra de descarga atmosférica da construção de Palco na zona urbana do Município de Colônia do Gurgueia-PI, elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015.

### **Dados da edificação**

<b>Altura (m)</b>	<b>Largura (m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>
7.10 m	11.36 m	11.50 m

A área de exposição equivalente ( $A_d$ ) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado:

$$A_d = 2481.45 \text{ m}^2$$

### **Dados do projeto**

#### **Classificação da estrutura**

Nível de proteção: IV

#### **Densidade de descargas atmosféricas**

Densidade de descargas atmosféricas para a terra:  $2.81/\text{km}^2 \times \text{ano}$



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

### **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)**

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	$5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$2.81/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.49 \times 10^{-3}/\text{ano}$

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

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

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	$1 \times 10^{-3}$
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)	30
nt (Número total de pessoas na estrutura)	30



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**

**LOCAL: ZONA URBANA**

**PROPOSTA Nº 019773/2022**

**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	1080 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	$1.23 \times 10^{-6}$

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

$$Ra = 4.3 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	$5 \times 10^{-1}$
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$2.81 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.49 \times 10^{-3} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	$5 \times 10^{-1}$
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
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)	$5 \times 10^{-2}$
nz (Número de pessoas na zona considerada)	30



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**

**LOCAL: ZONA URBANA**

**PROPOSTA Nº 019773/2022**

**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

nt (Número total de pessoas na estrutura)	30
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	1080 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	0

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

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

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

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
$Al = 40 \times LI$	40000 m <sup>2</sup>	40000 m <sup>2</sup>
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	2.81/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)	0.5	0.5
$NI = Ng \times Al \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$5.62 \times 10^{-2}/\text{ano}$	$5.62 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**

**LOCAL: ZONA URBANA**

**PROPOSTA Nº 019773/2022**

**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

	<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)	0.5	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)	0.05	

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	0
Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld	5x10 <sup>-2</sup>	0

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10 <sup>-3</sup>
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	30
nt (Número total de pessoas na estrutura)	30
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	1080 h/ano
Lu = rt x Lt x (nz / nt) x (tz / 8760)	1.23x10 <sup>-6</sup>



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

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

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

$$R_u = 3.46 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

**Componente R<sub>v</sub> (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)**

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>
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)	2.81/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)	0.5	0.5
NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 <sup>-6</sup>	5.62x10 <sup>-2</sup> /ano	5.62x10 <sup>-2</sup> /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

	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)	0.5	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)	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)	0
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	5x10 <sup>-2</sup>
nz (Número de pessoas na zona considerada)	30
nt (Número total de pessoas na estrutura)	30
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	1080 h/ano



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$	0
---	---

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

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

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

### **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.

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

$$R_1 = 7.76 \times 10^{-9}/\text{ano}$$

### **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)**

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





**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

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

**Componente R<sub>c</sub> (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)**

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

$$R_c = 1.74 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

**Componente R<sub>m</sub> (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)**

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

$$R_m = 2.24 \times 10^{-2}/\text{ano}$$

**Componente R<sub>v</sub> (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)**

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

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

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

**Componente R<sub>w</sub> (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)**

$$R_w = R_{w.E} + R_{w.T}$$

$$R_w = [(N_{I.E} + N_{dj.E}) \times P_{w.E} \times L_w] + [(N_{I.T} + N_{dj.T}) \times P_{w.T} \times L_w]$$



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

$$Rw = 2.81 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

**Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)**

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

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

$$Rz = 2.81 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

## **Resultado de R2**

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

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

$$R2 = 2.53 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

## **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.



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

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

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

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

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

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

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

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

### **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**

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



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

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)**

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

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

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

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

$$Rc = 1.74 \times 10^{-7}/\text{ano}$$

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

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

$$Rm = 2.24 \times 10^{-3}/\text{ano}$$

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

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

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

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



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

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

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

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

$$Rw = 2.81 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

**Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)**

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

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

$$Rz = 2.81 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

#### **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.

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

$$R4 = 2.53 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

#### **Avaliação final do risco - Estrutura**



**PROJETO: CONSTRUÇÃO DE PRAÇA NO MUNICÍPIO DE COLÔNIA DO GURGUEIA-PI**  
**LOCAL: ZONA URBANA**  
**PROPOSTA Nº 019773/2022**  
**CONVÊNIO Nº 934950/2022**

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	$0.00078 \times 10^{-5}$	$25.25 \times 10^{-3}$	0	$2.53 \times 10^{-3}$

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 0.00078 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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

Como a estrutura tem uso apenas para entretenimento público desconsideramos os risco tipo 2, 3 e 4, mas seguem anexos os riscos para conferência.

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

$$R2 = 25.25 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

**R3: risco de perdas de patrimônio cultural**

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

**R4: risco de perda de valor econômico**

$$R4 = 2.53 \times 10^{-3} / \text{ano}$$