

ANÁLISE DE RISCO

Sistema de Proteção contra
Descargas Atmosféricas - SPDA
REQUALIFICAÇÃO DO CNFCP -
MUSEU DE FOLCLORE EDISON
CARNEIRO (MFEC)

ANÁLISE DE RISCO

Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

CLIENTE:	INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL - IPHAN	
PROJETO:	SPDA	
EMPREENDIMENTO:	REQUALIFICAÇÃO DO CNFCP - MUSEU DE FOLCLORE EDISON CARNEIRO (MFEC)	
LOCAL:	RUA DO CATETE, Nº 179/181 - CATETE, RIO DE JANEIRO/RJ	
RESP. TÉCNICO:	RICARDO AGUADO	CREA: 111450506-4

Rio de Janeiro - RJ

09/2026

Sumário

1. MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA).....	4
2. MEMORIAL DE CÁLCULO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA).....	4
2.1. Risco de perda de vida humana (R1) – Padrão	6
2.2. Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão	13
3. CONCLUSÃO	16

1. MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA).

O presente documento tem por objetivo definir a necessidade do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, em conformidade com as seguintes normas técnicas:

ABNT NBR 5419 / 2026 – Proteção contra Descargas Atmosféricas.

ABNT NBR 5410 / 2008 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

2. MEMORIAL DE CÁLCULO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

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 5419/2026.



Figura 1 – Implantação do conjunto do CNFCP/MFEC – Rua do Catete, nº 179/181, Catete, Rio de Janeiro/RJ.

Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
11.34 m	13.00 m	157.00 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.

$$A_d = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$$

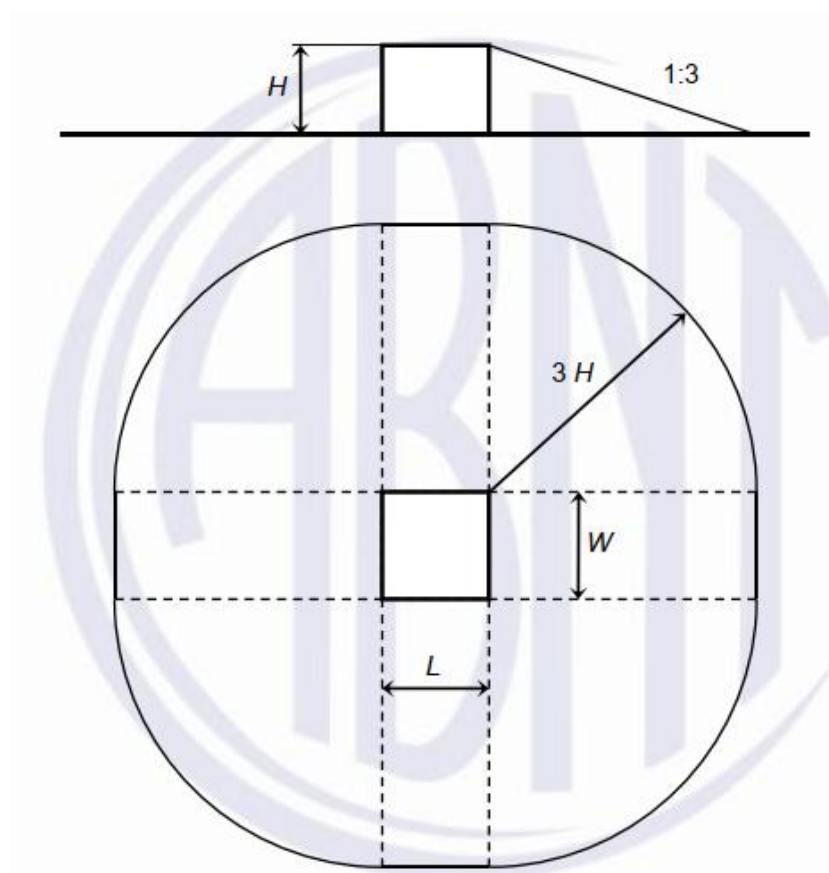


Figura A.1 – Área de exposição equivalente A_d .

$$A_d = 17198.17 \text{ m}^2$$

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: II

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $6.4/\text{km}^2 \times \text{ano}$

Definições padrão NBR 5419/2026 em referência ao nível de proteção

Com o nível de proteção definido, a NBR 5419/2026 apresenta as características do SPDA a serem adotadas no projeto:

Ângulo de proteção (método Franklin) = Indefinido

Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 10 m

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 30 m

Seção das cordoalhas

Seções mínimas dos materiais utilizados no SPDA.

Material	Captor (mm^2)	Descida (mm^2)	Aterramento (mm^2)
Cobre	35	35	50

2.1. 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)	2.5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$6.4/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$2.75 \times 10^{-2}/\text{ano}$

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)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	80
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2880 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	4.38×10^{-5}

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

$$Ra = 1.21 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	2.5x10 ⁻¹
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.4/km ² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶	2.75x10 ⁻² /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)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻²
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	5x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	80
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2880 h/ano
Lb = rp x rf x hz x Lf x (nz/nt) x (tz/8760)	2.19x10 ⁻⁴

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

$$Rb = 6.03 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.4/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.28x10 ⁻² /ano	1.28x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5

$N_{dj} = N_g \times A_{dj} \times C_{dj} \times C_t \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
P _{tu} (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)		1
P _{eb} (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)		0.02

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
P _{ld} (Probabilidade dependendo da resistência R _s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U _w do equipamento)	1	1
C _{ld} (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_u = P_{tu} \times P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	2×10^{-2}	2×10^{-2}

Lu (valores de perda na zona considerada)

r _t (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
L _t (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
n _z (Número de pessoas na zona considerada)	80
n _t (Número total de pessoas na estrutura)	60
t _z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2880 h/ano
$Lu = r_t \times L_t \times (n_z / n_t) \times (t_z / 8760)$	4.38×10^{-5}

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

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

$$Ru = 2.24 \times 10^{-8} / \text{ano}$$

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

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas,

geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.4/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.28x10 ⁻² /ano	1.28x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	2×10^{-2}	2×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	5×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	80
nt (Número total de pessoas na estrutura)	60
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2880 h/ano
$Lv = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	2.19×10^{-4}

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

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

$$Rv = 1.12 \times 10^{-7}/ano$$

Resultado de R1

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

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

$$R1 = 7.37 \times 10^{-6}/ano$$

2.2. 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)	2.5x10 ⁻¹
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.4/km ² x ano
Nd = Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶	2.75x10 ⁻² /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)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1x10 ⁻²
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	2000000
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
Lb = rp x rf x Lf x (cz/ct)	1x10 ⁻³

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

$$Rb = 2.75 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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)	1000 m	1000 m
Al = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	6.4/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1.28x10 ⁻² /ano	1.28x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²

Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	2×10^{-2}	2×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	2000000
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	1000000
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	1×10^{-3}

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

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

$$Rv = 5.12 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

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.

$$R3 = Rb + Rv$$

$$R3 = 2.8 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

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	R3
Estrutura	0.73719×10^{-5}	0.2803×10^{-4}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R1 = 0.73719 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Status: O risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes **está abaixo** do risco tolerável 10^{-5} , sendo **desnecessário** instalar sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

$$R3 = 0.2803 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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

3. CONCLUSÃO

Com base nos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5419:2026 e na análise de risco realizada, foi determinado que os valores de risco obtidos — R1 =

$0,73719 \times 10^{-5}/\text{ano}$, abaixo do risco tolerável de 10^{-5} , e $R3 = 0,2803 \times 10^{-4}/\text{ano}$, abaixo do risco tolerável de 10^{-4} — estão dentro dos limites aceitáveis para DISPENSA da instalação de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Dessa forma, conclui-se que não há obrigatoriedade técnica para a implantação do SPDA no imóvel avaliado, considerando as condições atuais e os parâmetros adotados no cálculo. Entretanto, conforme estabelecido na ABNT NBR 5419:2026 e na ABNT NBR 5410, será prevista a instalação de Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) no sistema elétrico da edificação, com o objetivo de limitar sobretensões transitórias de origem atmosférica ou provenientes de manobras na rede, contribuindo para a redução dos riscos residuais associados a surtos elétricos.

Registre-se que a dispensa ora concluída decorre exclusivamente do resultado do gerenciamento de risco. Por se tratar de bem tombado que abriga acervo museológico e reservas técnicas, recomenda-se que as medidas de proteção contra surtos sejam complementadas pela equipotencialização geral de todas as massas e elementos condutores da edificação, pela interligação do aterramento da subestação ao sistema de aterramento predial e pela reavaliação desta análise sempre que houver alteração da ocupação, da geometria da edificação ou das linhas externas que a adentram.