

CÂMARA MUNICIPAL DE MUCUGÊ

TRAVESSA TRAJANO ANTÔNIO DE NOVAES, Nº S/N - CENTRO MUCUGÊ-BA CEP: 46750000

CNPJ: 63.089.155/0001-66 - (75) 3338-2286

contato@camaramucuge.ba.gov.br

PROJETO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS SPDA

Obra: Reforma da Câmara Municipal de Mucugê

Local: Travessa Trajano Antônio de Novaes, Nº S/N, Centro do Município de Mucugê
no Estado da Bahia.

Responsável Técnico: Engº Civil Marcos Andrade Silva Crea-BA 76620

OUTUBRO/2025

Travessa Trajano Antônio de Novaes - Centro - Mucugê / BA
(75) 33382-286 / contato@camaramucuge.ba.gov.br

SUMÁRIO

1 - OBJETIVO	3
2 - DEFINIÇÕES	4
3 - MATERIAIS E DIMENSÕES	5
4 - METODOLOGIA E SPDA ADOTADO	6

1 - OBJETIVO

Instalação do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido.

2 - DEFINIÇÕES

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

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

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

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

2.1 - POSICIONAMENTO DAS DESCIDAS PARA OS SPDA ISOLADOS

Os condutores de descida devem ser, na medida do possível, espaçados regularmente em todo o perímetro, devendo ser instalado, sempre que possível, um condutor de descida em cada vértice da estrutura.

Tabela 2 - Espaçamento médio dos condutores de descida não naturais conforme o nível de proteção:

- Nível de proteção = II; e
- Espaçamento médio = 10 m.

Tabela 3 - Seções mínimas dos materiais do SPDA:

- Captor e anéis intermediários = cabo de cobre nu 35 mm²;
- Descidas para estruturas de altura = cabo de cobre nu 35 mm²; e
- Eletrodo de aterramento = eletroduto de cabo de cobre nu 50 mm².

2.2 - FIXAÇÕES E CONEXÕES DO SPDA

Fixações - Os captadores e os condutores de descida devem ser firmemente fixados, de modo a impedir que esforços eletrodinâmicos, ou esforços mecânicos acidentais (por exemplo, vibração) possam causar sua ruptura ou desconexão.

Conexões - O número de conexões nos condutores do SPDA deve ser reduzido ao mínimo. As conexões devem ser asseguradas por meio de soldagem exotérmica, oxiacetilênica ou elétrica, conectores de pressão ou de compressão, rebites ou parafusos.

3 - MATERIAIS E DIMENSÕES

3.1 - MATERIAIS

Os materiais utilizados devem suportar, sem danificação, os efeitos térmicos e eletrodinâmicos das correntes de descarga atmosférica, bem como os esforços acidentais previsíveis.

Os materiais e suas dimensões devem ser escolhidos em função dos riscos de corrosão da estrutura a proteger e do SPDA.

3.2 - DIMENSÕES

As dimensões mínimas dos materiais do SPDA são indicadas nas tabelas 3 e 4 e esses valores podem ser aumentados em função de exigências mecânicas ou de corrosão.

3.3 - PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO

Os riscos de corrosão provocada pelo meio ambiente, ou pela junção de metais diferentes, devem ser cuidadosamente considerados no projeto do SPDA.

Em caso de aplicações não previstas na tabela 5, a compatibilidade dos materiais deve ser avaliada. Materiais ferrosos expostos, utilizados em uma instalação de SPDA, devem ser galvanizados a quente, conforme a NBR 6323.

3.4 - CONDUTORES DE DESCIDA

Os condutores de descida, quando exteriores, devem ser protegidos contra danos mecânicos até no mínimo 2,5 m acima do nível do solo. A proteção deve ser por eletroduto rígido de PVC ou eletroduto rígido metálico; neste último caso, o condutor de descida deve ser conectado às extremidades superior e inferior do eletroduto.

3.5 - ELEMENTOS DE FIXAÇÃO

Os elementos de fixação do SPDA devem ser de cobre, bronze ou aço inoxidável. Condutores verticais devem ser fixados a intervalos máximos de 2 m, e condutores horizontais a intervalos máximos de 0,6 m.

3.6 - EMENDAS E CONEXÕES

Não são admitidas emendas nos condutores de descida. Os demais conectores utilizados no SPDA devem fazer contato com o condutor por no mínimo 35 mm, medidos no sentido longitudinal, e suportar um ensaio de tração de 900 N.

4 - METODOLOGIA E SPDA ADOADO

Para o dimensionamento do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA, foi utilizada a Norma Brasileira NBR 5419/2015 (Proteção Contra Descargas Atmosféricas) pertencente à Associação de Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O método de Faraday apresenta níveis de proteção elevados, consiste no envolvimento da malha superior da construção com uma malha de condutores elétricos nus, denominada de Malha Captora, essa malha tem seu fechamento em anel onde todos os pontos da captação estão no mesmo diferencial de potencial (ddp), a malha captora é interligada a malha de aterramento por meio de descidas utilizando condutores de cobre, alumínio ou aço, e estão espaçadas de acordo com o grau do nível de proteção a ser adotado.

4.1 - CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

- Local de atendimento e reuniões ao público com escritório;
- Estrutura composta de pilares, vigas e lajes em concreto armado com fechamento em paredes de alvenaria cerâmica e cobertura com estrutura de madeira em telhas cerâmica tipo colonial e forro de madeira;
- Efeito das descargas atmosféricas; e
- Danos em instalações elétricas que tendem a causar pânico, falha em sistemas de alarme de incêndio, resultando em atrasos nas ações de combate e perda de vida humana.

4.2 - CARACTERÍSTICAS DO SPDA

- Norma adotada: 5419/2015;
- Nível de Proteção: II;
- Método de Proteção: Gaiola de Faraday;
- Número de descidas: 12;
- Total de hastes de aterramento: 12;
- Cabo da malha captora: Cabo de cobre nú de 35mm²;
- Descida: Cabo de cobre nú de 35mm² envelopado em alvenaria;
- Cabo da malha de aterramento: Cabo de cobre nú de 50mm²;
- Haste de aterramento: Haste circular prolongável do tipo Copperweld de alta camada com 254μ de 3/4” x 3000mm; e
- Tipo de solda: Exotérmica Ligação Equipotencial:

A partir da tabela acima, é possível observar que $3,07 \times 10^{-2} > 10^{-5}$, isso quer dizer que o risco total R1, é maior que o risco tolerável Rt1, para a perda de vida humana L1 considerado para o projeto em questão, que conforme a pontado na tabela 10 é igual a 10⁻⁵, isso mostra a necessidade da instalação de um SPDA para a estrutura em análise.

PARÂMETROS DA EDIFICAÇÃO – CÁLCULO DA ANÁLISE DE RISCO				
Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Densidade e descargas atmosféricas para a terra	Bahia	Ng	6,90	inpe
Geometria da Estrutura	Comprimento	L	23,95	Projeto
	Largura	W	12,25	
	Altura	H	7,50	
Área de exposição equivalente	[em m²]	Ad	3512,82	$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + Pi * (3 * H)^2$
Fatores de Ponderação				
Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	Cd	0,50	(Tabela A.1)
Comprimento da Linha de Energia	[m]	LI	1000	
Fator de Instalação da Linha ENERGIA	Aéreo	Ci	1,00	(Tabela A.2)
Fator do Tipo de Linha ENERGIA	Linha de Energia ou sinal	Ct	1,00	(Tabela A.3)
Fator Ambiental da Linha ENERGIA	Urbano	Ce	0,10	(Tabela A.4)
Comprimento da Linha de Sinal	[m]	LIt	1000	
Fator de Instalação da Linha SINAL	Aéreo	Cit	1,00	(Tabela A.2)
Fator do Tipo de Linha SINAL	Linha de Energia ou Sinal	Ctt	1,00	(Tabela A.3)
Fator Ambiental da Linha SINAL	Urbano	Cet	0,10	(Tabela A.4)
Número de Eventos Perigosos para a Estrutura	[por ano]	Nd	0,01211922	$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura	[por ano]	Nm	5,6690	$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$
Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma estrutura	[em m²]	Am	821598,16	$Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia	[por ano]	NI	0,02760000	$NI = Ng * AI * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$
Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas em uma linha	[em m²]	AI	40000	$AI = 40 * LI$
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia	[por ano]	Ni	2,76000000	$Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$
Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma linha	[em m²]	Ai	4000000	$Ai = 4000 * LI$
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL	[por ano]	NIt	0,02760000	$NIt = Ng * AI * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas em uma linha	[em m²]	Alt	40000	$Alt = 40 * Lit$
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL	[por ano]	Nit	2,76000000	$Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma linha	[em m²]	Ait	4000000	$Ait = 4000 * Lit$
Proteção da Estrutura	Estrutura protegida por SPDA - Classe II	Pb	0,05000000	(Tabela B.2)
Tipo de linha externa ENERGIA	Linha aérea não blindada	CId	1,00	(Tabela B.4)
		CII	1,00	
Tipo de linha externa SINAL	Linha aérea não blindada	CIdt	1,00	(Tabela B.4)
		CIIt	1,00	
Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura	largura da malha Wm	Ks1	0,12	
Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV)	Uw Energia	Uw	2,50	
Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido.	Ks4 Energia	Ks4	0,40	$Ks4 = 1 / Uw$
Uwt: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV)	Uwt Sinal	Uwt	1,50	
	Ks4t Sinal	Ks4t	0,67	
Nível de Proteção	DPS Classe II	Peb	0,05	(Tabela B.7)
Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA	Linha aérea ou enterrada	PId	1,00	(Tabela B.8)
Roteamento, blindagem e interligação SINAL	Linha aérea ou enterrada	PIDt	1,00	(Tabela B.8)
Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos		Pv	0,05	$Pv = Peb * PId * CId$
Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos		Pvt	0,05	$Pvt = Peb * PI Dt * CI Dt$
Zonas da Edificação Z0				
Número de pessoas na Zona	un	nZ	150	
Número total de pessoas na Estrutura	un	nt	150	
Tempo de presença das pessoas na Zona	(h/ano)	tz	8760	
Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura	(h/ano)	te	0	
Perda de vida humana incluindo ferimento permanente	considerar	L1		
Perda inaceitável de serviço ao público	considerar	L2		
Perda inaceitável de patrimônio cultural	desprezar	L3		
Perda econômica	desprezar	L4		
Risco de Explosão / Hospitais	não			
Medidas de Proteção (descargas na linha)	Nenhuma medida de proteção	Ptu	1,00	(Tabela B.6)

		Ks2	1,00	
Nível de Proteção NP ENERGIA	DPS Classe II	Pspd	0,02	(Tabela B.3)
Fiação Interna ENERGIA	Cabo não blindado	Ks3	1,00	(Tabela B.5)
Nível de Proteção NP SINAL	DPS Classe II	Pspdt	0,02	(Tabela B.3)
Fiação Interna SINAL	Cabo não blindado	Ks3t	1,00	(Tabela B.5)
Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos		Pc	0,02	$Pc = Pspd * Cld$
Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL		Pct	0,02	$Pct = Pspdt * Cldt$
		Pms	0,00230400	$Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2$
		Pmst	0,00640000	$Pmst = (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2$
Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos		Pm	0,00004608	$Pm = Pspd * Pms$
Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL		Pmt	0,00012800	$Pmt = Pspdt * Pmst$
Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque		Pu	0,05000000	$Pu = Ptu * Peb * Pld * Cld$
Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL		Put	0,05000000	$Put = Ptu * Peb * Pldt * Cldt$
Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos		Pw	0,02000000	$Pw = Pspd * Pld * Cld$
Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL		Pwt	0,02000000	$Pwt = Pspdt * Pldt * Cldt$
	kV	Pli	0,30000000	Pli para Uw = 2.5 kV
	kV	Plit	0,50000000	Plit para Uwt = 1.5 kV
Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos		Pz	0,00600000	$Pz = Pspd * Pli * Cli$
Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL		Pzt	0,01000000	$Pzt = Pspdt * Plit * Clit$
Medidas de Proteção (descargas na estrutura)	Nenhuma medida de Proteção	Pta	1,00	(Tabela B.1)
Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução	Marmore, cerâmica (Resistência de contato 1 - 10 ohm)	rt	0,00100000	(Tabela C.3)
Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução	Extintores	rp	0,50000000	(Tabela C.4)
Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução	Incêndio: Risco Baixo	rf	0,00100000	(Tabela C.5)
Perigo Especial - Fator	Sem perigo especial	hz	1,00000000	(Tabela C.6)
Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque		Pa	0,05000000	$Pa = Pta * Pb$
L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente	Lt = 0,01	Lt	0,01000000	
D2 - Danos Físicos	Hospital, hotel, escola, edifício cívico	Lf	0,10000000	(Tabela C.2)
D3 - Falhas de sistemas internos	Não Aplicável	Lo	0,00000000	(Tabela C.2)
		La	0,00010000	$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$
		Lu	0,00010000	$Lu = La = 0.0001$
		La	0,00010000	
		Lb	0,00005000	$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$
		Lv	0,00005000	$Lv = Lb$
		Lc	0,00000000	$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$
		Lm	0,00000000	$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$
		Lw	0,00000000	
		Lz	0,00000000	
L2 - Perda inaceitável de serviço ao público				
D2 - Danos Físicos	Gás, água, fornecimento de energia	Lf2	0,10000000	(Tabela C.8)
D3 - Falhas de sistemas internos	Gás, água, fornecimento de energia	Lo2	0,01000000	(Tabela C.8)
		Lb2	0,00005000	$Lb2 = rp * rf * Lf2 * (nz / nt)$
		Lv2	0,00005000	$Lv2 = Lb2$
		Lc2	0,01000000	$Lc2 = Lo2 * (nz / nt)$
		Lm2	0,01000000	$Lm2 = Lw2 = Lz2 = Lc2 = 0.01$
		Lw2	0,01000000	
		Lz2	0,01000000	
Riscos [R1] da Zona [Z0]		Ra	6,05961E-09	$Ra = Nd * Pa * La$
		Rb	3,02981E-08	$Rb = Nd * Pb * Lb$
		Ru	0,000000138	$Ru = (Ni + Ndj) * Pu * Lu$
		Rut	0,000000138	$Rut = (Nlt + Ndj1) * Put * Lu$
		Rv	0,000000069	$Rv = (Ni + Ndj) * Pv * Lv$
		Rvt	0,000000069	$Rvt = (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv$
		R1z	0,0000004504	$R1z = Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt$
Riscos [R2] da Zona [Z0]		Rb2	3,02981E-08	$Rb2 = Nd * Pb * Lb2$
		Rc2	2,42384E-06	$Rc2 = Nd * Pc * Lc2$
		Rm2	2,61229E-06	$Rm2 = Nm * Pm * Lm2$
		Rv2	0,000000069	$Rv2 = (Ni + Ndj) * Pv * Lv2$
		Rv2	0,000000069	$Rv2 = (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv2$
		Rw2	0,00000552	$Rw2 = (Ni + Ndj) * Pw * Lw2$

		Rwt2	0,00000552	Rwt2 = (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw2
		Rz2	0,0001656	Rz2 = Ni * Pz * Lz2
		R2z	0,00018184	R2z = Rb2 + Rc2 + Rm2 + Rv2 + Rw2 + Rz2 + Rvt2 + Rwt2 + Rzt2
Risco Total				
R1			3,63577E-08	Ra + Rb
Risco		R1	0,0000004504	R1 = Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt
Valores típico de risco tolerável	Perda de vida humana ou ferimento permanente	Rt1	0,00001	1 * 10^-5
R1<= Rt1				
Risco		R2	0,00018184	R2z = Rb2 + Rc2 + Rm2 + Rv2 + Rw2 + Rz2 + Rvt2 + Rwt2 + Rzt2
Valores típico de risco tolerável	Perda de serviço ao público	Rt2	0,001	1 * 10^-3
R2<= Rt2				
Estrutura Protegida!!!				
Cálculo do Número de descidas [N]			Dados	
Area =	m2	269,44	L	23,95
Altura =	m	7,50	W	11,25
Perímetro =	m	70,40	H	7,50
Cantos Salientes da Estrutura =	un	4,00		
Nível de Proteção II: Espaçamento médio =	m	10,00		
N = Perímetro / 10m + (número de cantos salientes) =	un	11,04		
N = Altura / 10m + (número de cantos salientes) =	un	4,75		
N >= 2 (Para descidas não naturais) =	OK!!!			
Numeros de descidas adotada =	12			

ASSINATURA