

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
**GOVERNO DO ESTADO DE ACRE**  
**SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO**  
**URBANO E REGIONAL - SEDUR**

**PROJETO DE ENGENHARIA**  
**PARA IMPLANTAÇÃO DO**  
**CENTRO ADMINISTRATIVO DE**  
**BRASILÉIA – 2ª ETAPA**

**MEMORIAL DESCRITIVO**

**SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)**

**Abril / 2022**



## **1. MEMORIAL DESCRITIVO**

## 1.1 SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

### 1.1.1 Apresentação

Este Memorial Técnico Descritivo tem como objetivo descrever as premissas que foram utilizados no projeto do SPDA do Centro de Administrativo de Brasília-AC.

Tal projeto não impede a ocorrência das descargas atmosféricas, o SPDA projetado não assegura a proteção absoluta da estrutura, de pessoas e objetos, ele reduz de forma significativa os riscos de danos devido à descarga atmosférica, conforme a NBR-5419 Parte I, II, III e IV.

O projeto, instalação, materiais e inspeções devem atender a norma NBR 5419/2015.

Não serão admitidos quaisquer recursos artificiais destinados a aumentar o raio de proteção dos captores, tais como captores ionizantes (radioativos).

Para diminuir o risco de centelhamento, os condutores de descida serão dispostos de modo que as correntes percorram diversos condutores em paralelo, sendo estes condutores com os menores comprimentos e dimensionado de acordo com as normas, sejam estas descidas natural ou externa.

Foi feito gerenciamento de risco, analisando os danos físicos a estruturas e perigo a vida, conforme apresentado a seguir.

### 1.1.2 Memorial de cálculo e gerenciamento de risco para determinação da necessidade e classificação do SPDA

#### 1.1.2.1 Identificação das fontes dos Danos:

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA ESTRUTURA	S1
DESCARGA ATMOSFÉRICA PERTO DA ESTRUTURA ( ATÉ 500M)	S2
DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA	S3
DESCARGA ATMOSFÉRICA PERTO DA LINHA ( 2KM DE QUALQUER LADO DA LINHA)	S4

Na estrutura teremos os seguintes tipos de fontes de danos: S1, S2, S3 E S4

#### 1.1.2.2 Identificação dos Danos:

D1- FERIMENTO AOS SERES VIVOS ( CHOQUE , INCÊNDIO E EXPLOSÃO)
D2- DANOS FÍSICOS( INCÊNDIO E EXPLOSÃO)
D3- FALHA DE SISTEMA ELETROELETRÔNICOS

Na estrutura teremos os seguintes tipos de danos: D1

#### 1.1.2.3 Identificação do Tipo de Perdas:

L1- PERDA DE VIDA HUMANA( INCLUINDO FERIMENTO
L2- PERDA DE SERVIÇO PÚBLICO
L3- PERDA DE PATRIMÔNIO CULTURAL
L4- PERDA DE VALORES ECONÔMICOS

Teremos os seguintes tipos de Perdas: L1

#### 1.1.2.4 Identificação do Tipo de Riscos:

R1 - RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA
R2-RISCO DE PERDA DE SERVIÇO AO PÚBLICO
R3- RISCO DE PERDA DE PATRIMÔNIO CULTURAL
R4- RISCO DE PERDA DE VALORES ECONÔMICOS

Teremos os seguintes tipos de Riscos: R1

### 1.1.2.5 Cálculo do Riscos

#### a) Verificação da necessidade de SPDA

$$RT=R1+R3+R3+R4$$

FONTES DOS DANOS	DESCARGA NA ESTRUTURA S1			DESCARGA ATMOSFÉRICA PERTO DA ESTRUTURA ( ATÉ 500M)	DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA			DESCARGA ATMOSFÉRICA PERTO DA LINHA ( 2KM DE QUALQUER LADO DA LINHA)
	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
COMPONENTE DE RISCO								
RISCO PARA CADA TIPO DE PERDA								
R1	*	*	*a	*	*	*	*a	*a
R2		*	*	*		*	*	*
R3		*				*		
R4	*b	*	*	*	*b	*	*	*

a Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possam por em perigo a vida humana.  
b Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.

RA CHOQUE
RB INCÊNDIO
RC FALHA NO SERVIÇO
RU CHOQUE
RV INCÊNDIO
RW FALHA NO SERVIÇO
RZ FALHA NO SERVIÇO
RM FALHA NO SERVIÇO

$$RT=R1$$

$$R1=RA+RB+RU+RV$$

- **Quantas zonas existem:** Z1+Z2
- **Dimensões:**

C= 47 m Comprimento total

L= 35 m Largura

H= 7 m Altura máxima

N= 172 quant. pessoas dentro da estrutura

CARACTERÍSTICAS GLOBAIS E AMBIENTAIS DA ESTRUTURA				
Parâmetro de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
A densidade de descargas elétricas para a Terra	BRASILÉIA	NG	7,32	
FATOR DE LOCALIZAÇÃO DA ESTRUTURA	ESTRUTURA CERCADA POR OBJETOS MESMA ALTURA OU MAIS BAIXOS	CD	0,5	TAB. A.1
SPDA	Estrutura não protegida por SPDA	PB	1	TAB. B.2
LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL	Nenhum sistema de DPS coordenado	PEB	1	TAB. B.7
BLINDAGEM ESPACIAL EXTERNA	SEM BLINDAGEM	KS1	1	Equação B.5

LINHA DE ENERGIA				
Parâmetro de entrada	Cometário	Símbolo	Valor	Refêrencia
Comprimento da Linha		LI	1000	
Fator de Instalação	Enterrado	CI	0,5	TAB. A.2
Fator do tipo de Linha	LINHA DE ENERGIA OU SINAL	Ct	1	TAB. A.3
Fator Ambiental	URBANO	Ce	0,1	TAB. A.4
Blindagem da Linha	Linha aerea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	Rs	1	TAB. B.8
Blindagem do aterramento, isolamento	nenhuma	Cld	1	TAB. B.4
	nenhuma	Cli	1	
Estrutura adjacente	nenhuma	Lj,Wj, Hj	0	
Fator de Localização da estrutura adjacente	nenhuma	Cdj	0	TAB. A.1
Tensão suportável dos sistemas (kv)		Uw	2,5	
	PARÂMETROS RESULTANTES	Ks4	0,4	Equação B.7
		Pld	1	TAB. B.8
		Pli	0,3	TAB. B.9

LINHA DE SINAL				
Parâmetro de entrada	Cometário	Símbolo	Valor	Refêrencia
Comprimento da Linha		LI	1000	
Fator de Instalação	Enterrado	CI	0,5	TAB. A.2
Fator do tipo de Linha	LINHA DE ENERGIA OU SINAL	Ct	1	TAB. A.3
Fator Ambiental	URBANO	Ce	0,1	TAB. A.4
Blindagem da Linha	nenhuma	Rs	1	TAB. B.8
Blindagem do aterramento, isolamento	nenhuma	Cld	1	TAB. B.4
	nenhuma	Cli	1	
Estrutura adjacente	nenhuma	Lj,Wj, Hj	0	
Fator de Localização da estrutura adjacente	nenhuma	Cdj	0	TAB. A.1
Tensão suportável dos sistemas (kv)		Uw	1,5	
	PARÂMETROS RESULTANTES	Ks4	0,66666667	Equação B.7
		Pld	1	TAB. B.8
		Pli	0,5	TAB. B.9

FATORES QUE INFLUENCIAM A ZONA Z1 FORA DO EDIFÍCIO				
Parâmetro de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Superfície do Piso	Agricultura, concreto	rt	0,01	TAB. C.3
Proteção contra choque	nenhuma	Pta	1	TAB. B.1
Risco de Incêndio	NENHUMA	rf	0	TAB. C.5
Proteção contra incêndio	Nenhuma providência	rp	1	TAB. C.4
Blindagem espacial interna	nenhuma	Ks2	1	Equação B.6
L1 : Perda de vida humana	Sem perigo especial	hz	1	TAB. C.6
	D1: devido a tensão de toque e passo	Lt	0,01	TAB. C.2
	D2: Devido a danos físicos	Lf	0,01	TAB. C.2
	D3: devido à falha de sistema internos	Lo	0	TAB. C.2
Fatores para pessoas na Zona	Número de pessoas na zona;	nz	10	
	estrutura;	nt	172	
	Tempo durante o qual as pessoas estão presente na zona, em horas por ano;	tz	8760	
Energia DPS coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	PSPD	1	TAB. B.3
Energia Fiação Interna	Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	ks3	1	TAB. B.5
Proteção contra choque ( descarga atmosfera na linha)	nenhuma	Ptu	1	TAB. B.6
FATOR PARA PESSOAS DA ZONA	$nZ / nt * tz / 8760$	_	0,05813953	
TIPO DE DANO D1	$LA = rt * LT * nZ / nt * tz / 8760$	LA	5,814E-06	
TIPO DE DANO D1	$LU = rt * LT * nZ / nt * tz / 8760$	LU	5,814E-06	
TIPO DE DANO D3	$rp * rf * hz * LF * nZ / nt * tz / 8760$	LB=LV	0	
TIPO DE DANO D4	$LO * nZ / nt * tz / 8760$	LC	0	
		LM	0	
		LW	0	
		LZ	0	

FATORES QUE INFLUENCIAM A ZONA Z2 DENTRO				
Parâmetro de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Tipo do Piso	mármore /cerâmica	rt	0,001	TAB. C.3
Proteção contra choque ( descarga atmosfera na estrutura)	nenhuma	Pta	1	TAB. B.1
Proteção contra choque ( descarga atmosfera na linha)	nenhuma	Ptu	1	TAB. B.6
Risco de Incêndio	NORMAL	rf	0,01	TAB. C.5
Proteção contra incêndio	Nenhuma providência	rp	1	TAB. C.4
Blindagem espacial interna	nenhuma	Ks2	1	Equação B.6
Energia fiação interna	preocupação no roteamento no	ks3	1	TAB. B.5
Energia DPS coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	PSPD	1	TAB. B.3
Telecom fiação interna	Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	ks3	1	TAB. B.5
Telecom DPS coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	PSPD	1	TAB. B.3
L1 : Perda de vida humana	Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1000 pessoas.)	hz	5	TAB. C.6
	D1: devido a tensão de toque e passo	Lt	0,01	TAB. C.2
	D2: Devido a danos físicos	Lf	0,01	TAB. C.2
	nenhuma	Lo	0	TAB. C.2
Fatores para pessoas na Zona	Número de pessoas na zona;	nz	162	
	estrutura;	nt	172	
	estão presente na zona, em horas	tz	8760	
FATOR PARA PESSOAS DA ZONA	$nZ / nt * tz / 8760$	_	0,94186047	
TIPO DE DANO D1	$LA = rt * LT * nZ / nt * tz / 8760$	LA	9,4186E-06	
TIPO DE DANO D1	$LU = rt * LT * nZ / nt * tz / 8760$	LU	9,4186E-06	
TIPO DE DANO D3	$rp * rf * hz * LF * nZ / nt * tz / 8760$	LB=LV	0,00047093	0,00047093
TIPO DE DANO D4	$LO * nZ / nt * tz / 8760$	LC	4,70930233	
		LM	4,70930233	
		LW	4,70930233	
		LZ	4,70930233	

	DEFINIÇÃO	Símbolo	Valor m <sup>2</sup>	Equação referência
Estrutura	Definição da área de exposição equivalente (AD): $Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + Pi * (3 * H)^3$	AD	6473,74	A.2
	Definição da área de exposição equivalente perto da estrutura $Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$	Am	867000	A.7
LINHA DE ENERGIA	$AL = 40 * LI$	AL	40000	A.9
	$AI = 4000 * LI$	AI	4000000	A.11
	ADJ	ADJ	0	A.2
LINHA DE SINAL	$AL = 40 * LI$	AL	40000	A.9
	$AI = 4000 * LI$	AI	4000000	A.11
	ADJ	ADJ	0	A.2

	EQUAÇÃO	Símbolo	Valor m <sup>2</sup>	Equação referência
Estrutura	$Nd = Cd \cdot Ad \cdot Ng \cdot 10^{(-6)}$	ND	0,02369389	A.4
	$Nm = Ng \cdot Am \cdot 10^{-6}$	NM	6,34644	A.6
LINHA DE ENERGIA	$NL = Ng \cdot Ai \cdot Ci \cdot Ce \cdot Ct \cdot 10^{-6}$	NL	0,01464	A.8
	$NI = Ng \cdot Al \cdot Ci \cdot Ce \cdot Ct \cdot 10^{-6}$	NI	1,464	A.10
	NDJ	NDJ	0	A.5
LINHA DE SINAL	$NL = Ng \cdot Ai \cdot Ci \cdot Ce \cdot Ct \cdot 10^{-6}$	NL	0,01464	A.8
	$NI = Ng \cdot Al \cdot Ci \cdot Ce \cdot Ct \cdot 10^{-6}$	NI	1,464	A.10
	NDJ	NDJ	0	A.5

	Z1	Z2	Ratotal
$RA = NDxPAxLA$	1,37755E-07	2,2316E-07	3,609E-07
$RB = NDxPBxLB$	0	1,1158E-05	1,116E-05
$RC = NDxPCxLC$	0	0	0
$Rm = NmxPmxLm$	0	11,9549219	0
$Rv = (NL + Ndj) \cdot PvxLv$	0	6,8944E-06	6,894E-06
$RU = (NL + Ndj) \cdot PuxLu$	8,51163E-08	1,3789E-07	2,23E-07
$Rw = (NL + Ndj) \cdot PwxLw$			0
$RZ = (NI + Ndj) \cdot PzxLz$			0
		RT=	1,86E-05

$RT = 1,85 \cdot 10^{-5}$

$RT > 1 \cdot 10^{-5}$

**PORTANTO HÁ NECESSIDADE DE SPDA.**

**a) Implantação de SPDA para Rt**

CARACTERÍSTICAS GLOBAIS E AMBIENTAIS DA ESTRUTURA				
Parâmetro de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
A densidade de descargas elétricas para a Terra	BRASILÉIA	NG	7,32	
FATOR DE LOCALIZAÇÃO DA ESTRUTURA	ESTRUTURA CERCADA POR OBJETOS MESMA ALTURA OU MAIS BAIXOS	CD	0,5	TAB. A.1
SPDA	NÍVEL IV	PB	0,2	TAB. B.2
LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL	NP-I	PEB	0,01	TAB. B.7
BLINDAGEM ESPACIAL EXTERNA	SEM BLINDAGEM	KS1	1	Equação B.5

LINHA DE ENERGIA				
Parâmetro de entrada	Cometário	Símbolo	Valor	Refêrencia
Comprimento da Linha		LI	1000	
Fator de Instalação	Enterrado	CI	0,5	TAB. A.2
Fator do tipo de Linha	LINHA DE ENERGIA OU SINAL	Ct	1	TAB. A.3
Fator Ambiental	URBANO	Ce	0,1	TAB. A.4
Blindagem da Linha	Linha aerea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	Rs	1	TAB. B.8
Blindagem do aterramento, isolamento	nenhuma	Cld	1	TAB. B.4
	nenhuma	Cli	1	
Estrutura adjacente	nenhuma	Lj,Wj, Hj	0	
Fator de Localização da estrutura adjacente	nenhuma	Cdj	0	TAB. A.1
Tensão suportável dos sistemas (kv)		Uw	2,5	
	PARÂMETROS RESULTANTES	Ks4	0,4	Equação B.7
		Pld	1	TAB. B.8
		Pli	0,3	TAB. B.9

LINHA DE SINAL				
Parâmetro de entrada	Cometário	Símbolo	Valor	Refêrencia
Comprimento da Linha		LI	1000	
Fator de Instalação	Enterrado	CI	0,5	TAB. A.2
Fator do tipo de Linha	LINHA DE ENERGIA OU SINAL	Ct	1	TAB. A.3
Fator Ambiental	URBANO	Ce	0,1	TAB. A.4
Blindagem da Linha	nenhuma	Rs	1	TAB. B.8
Blindagem do aterramento, isolamento	nenhuma	Cld	1	TAB. B.4
	nenhuma	Cli	1	
Estrutura adjacente	nenhuma	Lj,Wj, Hj	0	
Fator de Localização da estrutura adjacente	nenhuma	Cdj	0	TAB. A.1
Tensão suportável dos sistemas (kv)		Uw	1,5	
	PARÂMETROS RESULTANTES	Ks4	0,66666667	Equação B.7
		Pld	1	TAB. B.8
		Pli	0,5	TAB. B.9

FATORES QUE INFLUENCIAM A ZONA Z1 FORA DO EDIFÍCIO				
Parâmetro de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Superfície do Piso	Agricultura, concreto	rt	0,01	TAB. C.3
Proteção contra choque	nenhuma	Pta	1	TAB. B.1
Risco de Incêndio	NENHUMA	rf	0	TAB. C.5
Proteção contra incêndio	Uma das seguintes providências: Extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	rp	0,5	TAB. C.4
Blindagem espacial interna	nenhuma	Ks2	1	Equação B.6
	Sem perigo especial	hz	1	TAB. C.6
L1 : Perda de vida humana	D1: devido a tensão de toque e passo	Lt	0,01	TAB. C.2
	D2: Devido a danos físicos	Lf	0,01	TAB. C.2
	D3: devido à falha de sistema internos	Lo	0	TAB. C.2
Fatores para pessoas na Zona	Número de pessoas na zona;	nz	10	
	estrutura;	nt	172	
	Tempo durante o qual as pessoas estão presente na zona, em horas por ano;	tz	8760	
Energia DPS coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	PSPD	1	TAB. B.3
Energia Fiação Interna	Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	ks3	1	TAB. B.5
Proteção contra choque ( descarga atmosfera na linha)	nenhuma	Ptu	1	TAB. B.6
FATOR PARA PESSOAS DA ZONA	$nZ / nt * tz / 8760$	—	0,05813953	
TIPO DE DANO D1	$LA = rt * LT * nZ / nt * tz / 8760$	LA	5,814E-06	
TIPO DE DANO D1	$LU = rt * LT * nZ / nt * tz / 8760$	LU	5,814E-06	
TIPO DE DANO D3	$rp * rf * hz * LF * nZ / nt * tz / 8760$	LB=LV	0	
TIPO DE DANO D4	$LO * nZ / nt * tz / 8760$	LC	0	
		LM	0	
		LW	0	
		LZ	0	

FATORES QUE INFLUENCIAM A ZONA Z2 DENTRO				
Parâmetro de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Tipo do Piso	mármore /cerâmica	rt	0,001	TAB. C.3
Proteção contra choque ( descarga atmosfera na estrutura)	nenhuma	Pta	1	TAB. B.1
Proteção contra choque ( descarga atmosfera na linha)	nenhuma	Ptu	1	TAB. B.6
Risco de Incêndio	NORMAL	rf	0,01	TAB. C.5
Proteção contra incêndio	Uma das seguintes providências: Extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações	rp	0,5	TAB. C.4
Blindagem espacial interna	nenhuma	Ks2	1	Equação B.6
Energia fiação interna	Cabo não blindado - preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	ks3	0,01	TAB. B.5
Energia DPS coordenados	NP-I	PSPD	0,01	TAB. B.3
Telecom fiação interna	Cabo não blindado - preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	ks3	0,01	TAB. B.5
Telecom DPS coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	PSPD	1	TAB. B.3
L1 : Perda de vida humana	Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1000 pessoas.)	hz	5	TAB. C.6
	D1: devido a tensão de toque e passo	Lt	0,01	TAB. C.2
	D2: Devido a danos físicos	Lf	0,01	TAB. C.2
	nenhuma	Lo	0	TAB. C.2
Fatores para pessoas na Zona	Número de pessoas na zona;	nz	162	
	estrutura;	nt	172	
	estão presente na zona, em horas	tz	8760	
FATOR PARA PESSOAS DA ZONA	$nZ / nt * tz / 8760$		0,94186047	
TIPO DE DANO D1	$LA = rt * LT * nZ / nt * tz / 8760$	LA	9,4186E-06	
TIPO DE DANO D1	$LU = rt * LT * nZ / nt * tz / 8760$	LU	9,4186E-06	
TIPO DE DANO D3	$rp * rf * hz * LF * nZ / nt * tz / 8760$	LB=LV	0,00023547	0,000235465
TIPO DE DANO D4		LC	4,70930233	
		LM	4,70930233	
		LW	4,70930233	
	$LO * nZ / nt * tz / 8760$	LZ	4,70930233	

DEFINIÇÃO		Símbolo	Valor m <sup>2</sup>	Equação referência
Estrutura	Definição da área de exposição equivalente (AD): $Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + Pi * (3 * H)^2$	AD	6473,74	A.2
	Definição da área de exposição equivalente perto da estrutura $Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$	Am	867000	A.7
LINHA DE ENERGIA	$AL = 40 * LI$	AL	40000	A.9
	$AI = 4000 * LI$	AI	4000000	A.11
	ADJ	ADJ	0	A.2
LINHA DE SINAL	$AL = 40 * LI$	AL	40000	A.9
	$AI = 4000 * LI$	AI	4000000	A.11
	ADJ	ADJ	0	A.2

	EQUAÇÃO	Símbolo	Valor m <sup>2</sup>	Equação referência
Estrutura	$Nd = Cd \cdot Ad \cdot Ng \cdot 10^{(-6)}$	ND	0,02369389	A.4
	$Nm = Ng \cdot Am \cdot 10^{-6}$	NM	6,34644	A.6
LINHA DE ENERGIA	$NL = Ng \cdot Ai \cdot Ci \cdot Ce \cdot Ct \cdot 10^{-6}$	NL	0,01464	A.8
	$NI = Ng \cdot Al \cdot Ci \cdot Ce \cdot Ct \cdot 10^{-6}$	NI	1,464	A.10
	NDJ	NDJ	0	A.5
LINHA DE SINAL	$NL = Ng \cdot Ai \cdot Ci \cdot Ce \cdot Ct \cdot 10^{-6}$	NL	0,01464	A.8
	$NI = Ng \cdot Al \cdot Ci \cdot Ce \cdot Ct \cdot 10^{-6}$	NI	1,464	A.10
	NDJ	NDJ	0	A.5

	Z1	Z2	Ratotal
RA=NDxPAxLA	2,7551E-08	4,4633E-08	7,218E-08
RB=NDxPBxLB	0	1,1158E-06	1,116E-06
RC=NDxPCxLC	0	0	0
Rm=NmxPmxLm	0	0,00119549	0
Rv=(NL+Ndj)xPvxLv	0	3,4472E-08	3,447E-08
RU=(NL+Ndj)xPuxLu	8,51163E-10	1,3789E-09	2,23E-09
Rw=(NL+Ndj)xPwxLw			0
RZ=(NI+Ndj)xPzxLz			0
		RT=	1,22E-06

RT=1,2 10<sup>-6</sup>

RT < 1.10<sup>-5</sup>

**PORÉM SERÁ INSTALADO UM SISTEMA DE SPSA ESTRUTURAL CLASSE IV COM DPS COORDENADO E SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO.**

Conclusão:

Para a Estrutura será instalada um SPDA de nível IV.  
Portanto o sistema projetado será de 79% entre 16kA e 100kA.

### 1.1.3 Determinação do Tipo de SPDA e seus Dimensionamentos

Para o dimensionamento do SPDA, foi utilizado a norma NBR 5419/2015. O SPDA é dividido em subsistemas SPDA externo e SPDA interno.

#### 1.1.3.1 Sistema de Captação: Caso Sim

Será utilizado captor natural: sim (x) não ()

Serão utilizadas interligações as descidas naturais com barra de alumínio e captores usando as metodologias gaiola de Faraday e Esfera Rolante e telha metálica.

Deverão ser instalados se preciso Re-Bars para interligação com os captores.

#### 1.1.3.2 Sistema de Descida:

Será utilizado condutor natural de descida: sim (x) não ()

**Deverão ser instaladas Re-Bars em todos os pilares do corpo da edificação** que saem dos solos até cobertura. A interligação das Re-Bars com as ferragens adjacentes de vigas ou lajes é obrigatória e deverá ser feita com peças em “L” de Ø 10mm, de medidas 20x20cm, amarradas firmemente com arame recozido ou clip’s. As demais barras estruturais, verticais e horizontais, deverão ser ligadas entre si, uma sim, outra não, alternadamente, conforme detalhes.

Ao ultrapassar a última laje, as Re-Bars deverão ser posicionadas de acordo com o tipo de captação a ser instalado. Caso os condutores tenham previsão de instalação na lateral da platibanda em terraços e coberturas com acesso de pessoas (captação por fora), os Aterrinsert’s bem como as Re-Bars, deverão ser posicionadas horizontalmente. Caso os condutores externos de captação tenham sua instalação prevista por sobre a platibanda (captação por cima), as Re-Bars deverão ser conectadas aos Aterrinsert’s que receberão os minis captos posteriormente.

No detalhamento gráfico do projeto do SPDA estará detalhado o subsistema de captação, assim como a proteção e o aterramento de massas metálicas expostas (escadas, antenas, guarda-copos, placas solares, etc).

#### **1.1.3.3 Sistema de Aterramento:**

Pelo menos uma sapata para cada pilar deverá ter uma Re-Bar amarrada às demais ferragens, desde o ponto mais profundo até os blocos dos pilares (elemento de transição) (detalhes no projeto). As Re-Bars também deverão ser instaladas conectores Aterrinsert para medição de continuidade (na altura de 40cm do piso acabado). A interligação de uma Re-Bar vertical com outra horizontal se dá de acordo com os detalhes do projeto.

A execução do aterramento estrutural, conforme detalhes no projeto, atende às normas NBR-5419/2015 e NBR-5410/2004

#### **1.1.4 Continuidade da Armadura**

A armadura de aço dentro de estrutura de concreto armado é considerada eletricamente contínua, contanto que pelo menos 50% das conexões entre as barras horizontais e verticais sejam firmemente conectadas. Todas as vigas deverão ser interligadas com as Barra redonda de aço galvanizada a fogo, Re-Bar ø10mm.

#### **1.1.5 Fixação**

Elementos captos e condutores de descida devem ser fixados de forma a garantir afrouxamento ou quebra dos condutores. As distâncias máximas das fixações serão:

- 1 metro para condutores flexível na horizontal;
- 1,5 metro para condutores flexível na vertical ou inclinado;
- 1 metro para condutores rígidos na horizontal;
- 1,5 metro para condutores rígidos na vertical ou inclinado.

#### **1.1.6 Conexões**

O número de conexões ao longo dos condutores deve ser o menor possível. Quando for necessário deverá usar solda exotérmica, ou conexões mecânicas de pressão ou compressão.

#### **1.1.7 Ligações Equipotenciais**

Os condutores de ligação equipotencial devem ser conectados a uma barra de ligação equipotencial devidamente interligada e no quadro de distribuição deverá ser protegida por DPS, conforme projeto.

As barras de ligação equipotenciais devem ser conectadas ao anel horizontal que interliga os condutores de descida.

Os cabos serão de cobre nu de 50mm<sup>2</sup>.

A equalização de potencial constitui a medida mais eficaz para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro da estrutura. A equalização de potencial é obtida mediante condutores de ligação equipotencial, incluindo DPS (dispositivo de proteção contra surtos), interligando o SPDA, as tubulações metálicas, as instalações metálicas, as massas e os condutores dos sistemas elétricos de potência e de sinal, dentro do volume a proteger.

Uma ligação equipotencial principal, como prescreve a NBR 5410, é obrigatória.

Nos quadros de distribuição gerais de baixa tensão devem ser previstos protetores de surto. Nos quadros que alimentam equipamentos suscetíveis a danos causados por sobre tensão, devem ser providos de protetores de surto. No Quadro Geral (QGBT) deverão ser instalados protetores de surto (DPS NP I – de acordo com tabela 31 NBR 5410-2005) entre as fases e o barramento terra. Caso existam.

Os condutores para ligação da equalização de potencial serão de 16mm<sup>2</sup> isolados na cor verde para a interligação dos quadros de baixa tensão, tubulações e racks. Conforme Tab.8 NBR 5419-3:2015. Caso existam

As equipotencializações devem ser retilíneas e curtas tanto quanto for possível. Toda parte metálica deve ser aterrada e interligada ao BEP ou BEL, corrimão, etc.

### 1.1.8 Características do SPDA

**Norma Adotada:** NBR 5419/2015 (Proteção Contra Descarga Atmosférica)

**Nível de Proteção:** IV

**Met. de Proteção adotada:** Gaiola de Faraday e Esfera Rolante

**Número de condutores de descida:** Calculado 9, mas está sendo utilizada 51 descidas na etapa 1, pois serão todas as colunas e ou vigas que vão do chão até a laje ou topo da edificação

**Captore:** Terminais e barra chata de alumínio 7/8" x 1/8" x 3m<sup>2</sup> para edificação

**Descida:** Barras de aço galvanizado 8mm.

**Aterramento:** Barras de aço galvanizado 8mm

**Distância Segura:**  $S = (Kj/Km) \times Kc \times I$        $S = 0,37m$

### 1.1.9 Materiais (Marcas de referência: Termotécnica, Montal, equivalente ou superior)

#### 1.1.9.1 Materiais da captação

- a) Terminais aéreo



- b) BARRA CHATA DE ALUMÍNIO 7/8" x 1/8" x 3m



c) Fixadores universais



Código	Descrição
Tel 5019	Latão Estanhado para Cabos de 16 a 35mm <sup>2</sup>
Tel 5023	Latão Estanhado para Cabos de 16 a 50mm <sup>2</sup>
Tel 5024	Latão Estanhado para Cabos de 16 a 70mm <sup>2</sup>

d) Conector Split Bolt para Minicaptores



1.1.9.2 Materiais da descida e aterramento (natural)

a) REBAR (Serão usados o Re-bar Ø 8mmx3m)



Código	Descrição
Tel 762	Re-bar Ø 8mm x 3,00 m (50mm <sup>2</sup> )
Tel 765	Re-bar Ø 8mm x 4,00 m (50mm <sup>2</sup> )
Tel 763	Re-bar Ø 3/8" x 3,00 m (70mm <sup>2</sup> )
Tel 760	Re-bar Ø 3/8" x 3,40 m (70mm <sup>2</sup> )
Tel 768	Re-bar Ø 10mm x 3,00 m (80mm <sup>2</sup> )

b) Conector de interligação usado em estrutura de concreto



Código	Descrição
Tel 656	Conector ATERRINSERT® com disco em latão, Rosca Fêmea M12 e distância do Condutor regulável de 25mm a 40mm.

c) Clips Galvanizados



1.1.9.3 Equalização

a) Caixa de equipotencialização com Barramento



b) Condutores



Código	Descrição
Tel 5716	Cabo de Cobre Nu 16mm <sup>2</sup> - 7 Fios x Ø1,70 mm (NBR6524)
Tel 5725	Cabo de Cobre Nu 25mm <sup>2</sup> - 7 Fios x Ø 2,06 mm (NBR6524)
Tel 5735	Cabo de Cobre Nu 35mm <sup>2</sup> - 7 Fios x Ø 2,50 mm (NBR6524)
Tel 5750	Cabo de Cobre Nu 50mm <sup>2</sup> - 7 Fios x Ø 3,00 mm (NBR6524)
Tel 5770	Cabo de Cobre Nu 70mm <sup>2</sup> - 7 Fios x Ø 3,45 mm (NBR6524)
Tel 5795	Cabo de Cobre Nu 95mm <sup>2</sup> - 7 Fios x Ø 4,12 mm (NBR6524)

### 1.1.10 Inspeções

As inspeções visam a assegurar que:

- O SPDA está conforme o projeto;
- Todos os componentes do SPDA estão em bom estado, as conexões e fixações estão firmes e livres de corrosão;
- O valor da resistência de aterramento e resistência ôhmica da gaiola sejam compatíveis com o arranjo, com as dimensões do subsistema de aterramento e com a resistividade do solo;
- Todas as construções acrescentadas à estrutura posteriormente à instalação original estão integradas no volume a proteger, mediante ligação ao SPDA ou ampliação deste;

As inspeções prescritas devem ser efetuadas na seguinte ordem cronológica:

- Durante a construção da estrutura, para verificar a correta instalação dos eletrodos de aterramento, dos captores e das condições para utilização das armaduras como integrantes da gaiola de Faraday;
- Periodicamente, para todas as inspeções prescritas em acima, e respectiva manutenção, em intervalos não superiores aos estabelecidos abaixo;
- Após qualquer modificação ou reparo no SPDA, para inspeções completas;
- Quando for constatado que o SPDA foi atingido por uma descarga atmosférica, para inspeções;

Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada anualmente.

Medições de aterramento e resistência ôhmica da gaiola (Anexo F NBR 5419) devem ser executadas no período determinado abaixo.

Inspeções completas conforme listados acima devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos de:

- 5 anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou industriais, excetuando-se áreas classificadas com risco de incêndio ou explosão;
- 3 anos, para áreas com risco de explosão, conforme a NBR 9518, e depósitos de material inflamável;

As medições de Ensaio de continuidade de armaduras deverão atender os seguintes requisitos da norma:

E.1 O ensaio de verificação da continuidade das armaduras de um edifício deve ser feito por injeção de corrente. Para melhorar a precisão da medição e diminuir os cuidados necessários para executar uma medição confiável, é preferível dispor de uma máquina de solda, do tipo de transformador monofásico de enrolamentos separados, com tensão em circuito aberto da ordem de 60 V e capaz de injetar uma corrente da ordem de 100 A. Estas características diminuem a exigência de limpeza da superfície onde se faz a injeção de corrente.

E.2 A impedância entre dois pontos é medida dividindo a tensão aplicada entre os pontos de injeção de corrente pela corrente injetada. Considerando o valor elevado da corrente injetada e o comprimento

apreciável do condutor de injeção de corrente, a tensão entre pontos de injeção de corrente deve ser calculada diminuindo a queda de tensão no condutor de injeção de corrente, da tensão aplicada ao circuito completo. Numa primeira aproximação pode considerar-se apenas a queda de tensão ôhmica no condutor de injeção.

E.3 O afastamento dos pontos onde se faz a injeção de corrente deve ser de dezenas de metros, por exemplo entre o piso térreo e a laje do último piso ou entre a fachada da frente e a dos fundos, de preferência na diagonal. Procedendo a diversas medições entre pontos diferentes, se os valores medidos forem da mesma ordem de grandeza e inferiores a  $1 \Omega$ , pode-se admitir que a continuidade das armaduras é aceitável.

E.4 A medição pode ser feita diretamente com o uso de um mili ou microohmímetro, capaz de fornecer corrente da ordem de 10 A, sendo admissível o valor mínimo de 1 A. Não é admissível a utilização de multímetro

Conforme anexo F da NBR-5419-3 de 2015, deverão ser efetuadas ao menos duas verificações da continuidade elétrica das armaduras do concreto armado.

A primeira verificação é feita em todos os pilares que são utilizados como descidas e nos trechos de vigas baldrame que fazem parte do anel de aterramento ao nível do solo. Os valores de resistência medidos por instrumentos adequados devem ser inferiores a  $1\Omega$  nestes trechos. A instalação de ATERRINSERT's nestes pontos de medição durante a construção evita a quebra do cobrimento de concreto e a exposição das ferragens.

A verificação final de continuidade é feita após a conclusão da instalação do SPDA. A medição da resistência deve ser realizada entre a parte mais alta do subsistema de captação e o aterramento, preferencialmente no BEP

Todas as medições e inspeções devem ser realizadas por profissional legalmente habilitado com registro em conselho de classe, mediante apresentação de ART.

#### 1.1.11 Normas

- ABNT NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão – Procedimento
- ABNT NBR 6323:1990 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Especificação
- ABNT NBR 9518:1997 - Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Requisitos gerais – Especificação
- ABNT NBR13571:1996 - Hastes de aterramento em aço cobreado e acessórios – Especificação
- ABNT NBR 5419:2015 - Proteção Contra Descargas Atmosféricas

#### ANEXO DE REFERÊNCIA DE TABELAS.

- Tabela A.1 - Fator de Localização da Estrutura CD
- Tabela A.2 - FATOR DE INSTALAÇÃO DA LINHA CI
- Tabela A.3 - FATOR DE INSTALAÇÃO DA LINHA CT
- Tabela A.4 - FATOR AMBIENTAL DA LINHA CE
- Tabela B.1 (Medidas de Proteção Adicional)
- Tabela B.2 (Medidas de proteção para reduzir danos físicos)
- Tabela B.3 (Níveis de probabilidade PSPD em função da NP para o qual os DPS foram projetados)
- Tabela B.4 (Valores dos fatores CLD e CLI Dependendo das condições de blindagem aterramento e isolamento)
- Tabela B.5 (Valores do fator KS3 dependendo da fiação interna)
- Tabela B.6 (Valores da probabilidade PTU)
- Tabela B.7 (Valor da probabilidade PEB em função do NP)
- Tabela B.8 (Valor da probabilidade PLD dependendo da resistência RS de blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso UW do equipamento)

- Tabela C.1 (Tipo de perda L1: Valores da perda para cada zona)
- Tabela C.2 (Tipo de Perda L1: valores médios típicos de LT, LF e LO)
- Tabela C.2 (Tipo de Perda L1: valores médios típicos de LT, LF e LO)
- Tabela C.3 (Fator de redução  $r_t$  em função do tipo de superfície do solo ou piso)
- Tabela C.4 (Fator de redução  $r_p$  em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)
- Tabela C.5 (Fator de redução  $r_f$  em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)
- Tabela C.6 (Fator  $H_z$  aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)
- Tabela C.7 (Tipo de perda L2: valores da perda para cada zona)
- Tabela C.8 (Tipo de Perda L2: valores médios típicos de LF e LO)
- Tabela C.9 (Tipo de perda L3: valores da perda para cada zona)
- Tabela C.10 (Tipo de Perda L3: valores médios típicos de LF)
- Tabela C.11 (Tipo de perda L4: valores da perda para cada zona)
- Tabela C.12 (Tipo de Perda L1: valores médios típicos de LT, LF e LO)
-



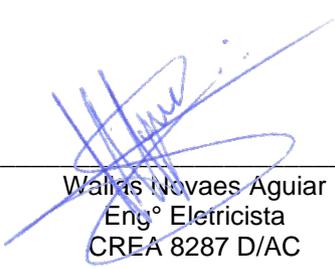
## 2. DETALHAMENTO GRÁFICO

O detalhamento gráfico do projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) é apresentado em 03 pranchas com o seguinte conteúdo:

- Folha 01: Planta de Instalações;
- Folha 02: Planta de Instalações – Cobertura;
- Folha 03: Detalhes Construtivos.

As pranchas que fazem parte deste volume, são apresentadas na sequência.

Rio Branco-AC, 10 de abril de 2022.



---

Waldir Novaes Aguiar  
Engº Eletricista  
CREA 8287 D/AC