


 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz					
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº 2018-27	META: E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 1 de 17	



MEMORIAL DE CÁLCULOS DO SISTEMA DE SPDA

00	EMISSÃO INICIAL	31/07/18	E. Pasquoto	L. Felipe	Márcio Moeller
Rev.	Descrição	Data	Elaboração	Verificação	Aprovação

 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz					
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº 2018-27	META: E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 2 de 17	

ÍNDICE

1.	OBJETIVO	3
2.	NORMAS DE REFERÊNCIA	3
3.	SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	3
4.	AVALIAÇÃO DE NECESSIDADE DE PROTEÇÃO	9
5.	DIRETRIZES ADOTADAS.....	9
6.	CÁLCULOS DA AVALIAÇÃO DO RISCO DE EXPOSIÇÃO	10
7.	CALCULOS DAS QUANTIDADES RELEVANTES.....	14
8.	CONCLUSÃO	17

 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz					
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº 2018-27	META: E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 3 de 17	

1. OBJETIVO



Esta Memória de Cálculo tem por finalidade a verificação do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, a ser instalado no Prédio ICTB - INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM BIOMODELOS da Fiocruz, localizado na cidade do Rio de Janeiro – R.J.

2. NORMAS DE REFERÊNCIA



NBR-5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão
 NBR-5419:2015 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

3. SÍMBOLOS E ABREVIATURAS



A	Taxa de amortização
AD	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas a uma estrutura isolada
ADJ	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas a uma estrutura adjacente
AD	Área de exposição equivalente atribuída a uma saliência elevada na cobertura
AI	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma linha
AL	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas em uma linha
AM	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma estrutura
B	Edificação
CD	Fator de localização
CDJ	Fator de localização de uma estrutura adjacente
CE	Fator ambiental
CI	Fator de instalação de uma linha
CL	Custo anual das perdas totais na ausência de medidas de proteção
CLD	Fator dependente da blindagem, aterramento e condições de isolamento da linha para descargas atmosféricas na linha.
CLI	Fator dependente da blindagem, aterramento e condições de isolamento da linha para descargas atmosféricas perto da linha.
CLZ	Custo das perdas em uma zona
CP	Custo das medidas de proteção
CPM	Custo anual das medidas de proteção selecionadas
CRL	Custo anual de perdas residuais
CRLZ	Custo de perdas residuais em uma zona
	Fator de tipo de linha para um transformador AT/BT na linha
ca	Valor dos animais em uma zona, em espécie.
cb	Valor do edifício relevante à zona, em espécie.
cc	Valor do conteúdo em uma zona, em espécie.

 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz					
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº 2018-27	META: E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 4 de 17	

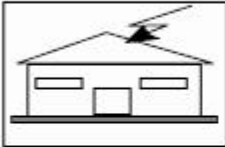



- ce Valor total dos bens em locais perigosos fora da estrutura, em espécie.
- cs Valor dos sistemas internos (incluindo suas atividades) em uma zona, em espécie.
- ct Valor total da estrutura, em espécie.
- cz Valor do patrimônio cultural em uma zona, em espécie.
- D1 Ferimentos a seres vivos por choque elétrico
- D2 Danos físicos
- D3 Falhas de sistemas eletroeletrônicos
- hz Fator de aumento de perda quando um perigo especial está presente
- H Altura da estrutura
- HJ Altura de uma estrutura adjacente
- i Taxa de juros
- KMS Fator relevante ao desempenho das medidas de proteção contra LEMP
- KS1 Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura
- KS2 Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura
- KS3 Fator relevante às características do cabeamento interno
- KS4 Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema
- L Comprimento da estrutura
- La Comprimento da estrutura adjacente
- LA Perda relacionada aos ferimentos a seres vivos por choque elétrico (descargas atmosféricas à estrutura)
- LB Perda em uma estrutura relacionada a danos físicos (descargas atmosféricas à estrutura)
- LL Comprimento de uma seção da linha
- LC Perda relacionada à falha dos sistemas internos (descargas atmosféricas à estrutura)
- LE Perda adicional quando os danos envolvem estruturas ao redor
- LF Perda em uma estrutura devido a danos físicos
- LFE Perda devido a danos físicos fora da estrutura
- LFT Perda total devido a danos físicos dentro e fora da estrutura
- LM Perda relacionada à falha de sistemas internos (descargas atmosféricas perto da estrutura)
- Lo Perda em uma estrutura devido à falha de sistemas internos
- LT Perda devido a ferimentos por choque elétrico
- LU Perda relacionada a ferimentos de seres vivos por choque elétrico (descargas atmosféricas na linha)
- LV Perda em uma estrutura devido a danos físicos (descargas atmosféricas na linha)
- LW Perda devido à falha de sistemas internos (descargas atmosféricas na linha)
- LX Perda consequente a danos relevantes à estrutura
- LZ Perda relacionada à falha de sistemas internos (descargas atmosféricas perto da linha)
- L1 Perda de vida humana
- L2 Perda de serviço ao público
- L3 Perda de patrimônio cultural
- L4 Perda de valor econômico
- m Taxa de manutenção
- NX Número de eventos perigosos por ano

 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz			
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº META: 2018-27	E041Y06A	REV: 00 FOLHA: 5 de 17

- ND Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura
- NDJ Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura adjacente
- NG Densidade de descargas atmosféricas para a terra
- NI Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas perto de uma linha
- NL Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas a uma linha
- NM Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas perto de uma estrutura
- nz Número de possíveis pessoas em perigo (vitimas ou usuários não servidos)
- nt Número total de pessoas (ou usuários atendidos) esperado
- P Probabilidade de danos
- PA Probabilidade de ferimentos de seres vivos por choque elétrico (descargas atmosféricas à estrutura)
- PB Probabilidade de danos físicos à estrutura (descargas atmosféricas à estrutura)
- PC Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas à estrutura)
- PEB Probabilidade de reduzir *PU* e *PV* dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento quando EB (ligação equipotencial) é instalada
- PLD Probabilidade de reduzir *PU*, *PV* e *PW* dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento (descargas atmosféricas na linha conectada)
- PLI Probabilidade de reduzir *PZ* dependendo das características da linha e da tensão suportável do equipamento (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
- PM Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
- PMSI Probabilidade de reduzir *PM* dependendo da blindagem, cabeamento e da tensão suportável do equipamento.
- PSPD Probabilidade de reduzir *PC*, *PM*, *PW* e *PZ* quando um sistema coordenado de DPS está instalado.
- PTA Probabilidade de reduzir *PA* dependendo das medidas de proteção contra tensões de toque e passo
- PU Probabilidade de ferimentos de seres vivos por choque elétrico (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
- PV Probabilidade de danos físicos à estrutura (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
- PW Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas na linha conectada)
- PX Probabilidade de danos relevantes à estrutura (descargas atmosféricas à estrutura)
- PZ Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas perto da linha conectada)
- rt Fator de redução associado ao tipo de superfície do solo
- rf Fator redutor de perda dependente do risco de incêndio
- rp Fator redutor de perda devido às precauções contra incêndio
- RA Componente de risco (ferimentos a seres vivos – descarga atmosférica na estrutura)
- RB Componente de risco (danos físicos na estrutura – descarga atmosférica na estrutura)
- RC Componente de risco (falha dos sistemas internos – descarga atmosférica na estrutura)
- RM Componente de risco (falha dos sistemas internos – descarga atmosférica perto da estrutura)
- RS Resistência da blindagem por unidade de comprimento de um cabo
- RT Risco tolerável
- RU Componente de risco (ferimentos a seres vivos – descarga atmosférica na linha conectada)
- RV Componente de risco (danos físicos na estrutura – descarga atmosférica na linha conectada)
- RW Componente de risco (falha dos sistemas internos – descarga atmosférica na linha conectada)
- RX Componente de risco para uma estrutura

 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz				
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº META: 2018-27	E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 6 de 17

- RZ Componente de risco (falha dos sistemas internos – descarga atmosférica perto da linha)
- R1 Risco de perda de vida humana em uma estrutura
- R2 Risco de perda de serviço ao público em uma estrutura
- R3 Risco de perda de patrimônio cultural em uma estrutura
- R4 Risco de perda de valor econômico em uma estrutura
- R'4 Risco R4 quando medidas de proteção forem adotadas
- S Estrutura
 - Economia anual de dinheiro
- SL Seção de uma linha
- S1 Fonte de dano – descargas atmosféricas na estrutura
- S2 Fonte de dano – descargas atmosféricas perto da estrutura
- S3 Fonte de dano – descargas atmosféricas na linha
- S4 Fonte de dano – descargas atmosféricas perto da linha
- te Tempo, em horas por ano, da presença de pessoas em locais perigosos fora da estrutura
- tz Tempo, em horas por ano, que pessoas estão presentes em um local perigoso
- TD Dias de tempestades por ano
- UW Tensão suportável nominal de impulso de um sistema
- wm Largura da malha
- W Largura da estrutura
- WJ Largura da estrutura adjacente
- Identificador subscrito do componente de risco relevante
- Zs Zonas de uma estrutura

Descarga atmosférica		Estrutura	
Ponto de impacto	Fonte de danos	Tipo de danos	Tipo de perdas
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S2	D3	L1 ^b , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S4	D3	L1 ^b , L2, L4

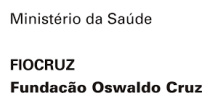
^a Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.

^b Somente para estruturas com risco de explosão ou para hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos podem imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Fonte de danos	Descarga atmosférica na estrutura S1			Descarga atmosférica perto da estrutura S2	Descarga atmosférica em uma linha conectada à estrutura S3			Descarga atmosférica perto de uma linha conectada à estrutura S4
Componente de risco	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Risco para cada tipo de perda								
R_1	*	*	* a	* a	*	*	* a	* a
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*				*		
R_4	* b	*	*	*	* b	*	*	*

a Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possam colocar em perigo a vida humana.

b Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.



CLIENTE:

FIOCRUZ

N°	
----	--

META:
2018-27



E041Y06A

REV: 00

FOLHA: 8 de 17

Características da estrutura ou dos sistemas internos (medidas de proteção)	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Blindagem espacial			X	X				
Blindagem de linhas externas					X	X	X	X
Blindagem de linhas internas			X	X				
Precauções de roteamento			X	X				
Sistema de equipotencialização			X					
Precauções contra incêndios		X				X		
Sensores de fogo		X				X		
Perigos especiais		X				X		
Tensão suportável de impulso			X	X	X	X	X	X

a Somente para SPDA tipo malha externa.
 b Devido a ligações equipotenciais.
 c Somente se eles pertencem ao equipamento.

 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz				
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº 2018-27	META: E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 9 de 17

4. AVALIAÇÃO DE NECESSIDADE DE PROTEÇÃO

A Avaliação do Risco é realizada através do Cálculo de R1 e comparando o valor obtido com o Risco Tolerável (10^{-5}).

$$R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RV1 + RZ1 ;$$

$$R4 = RA4^2 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4^2 + RV4 + RW4 + RZ4$$

Obs.:



- 1- RC1, RM1, RV1, RZ1 - Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais com equipamentos elétricos para salvar vidas ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possa por em perigo a vida humana.
- 2- Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos

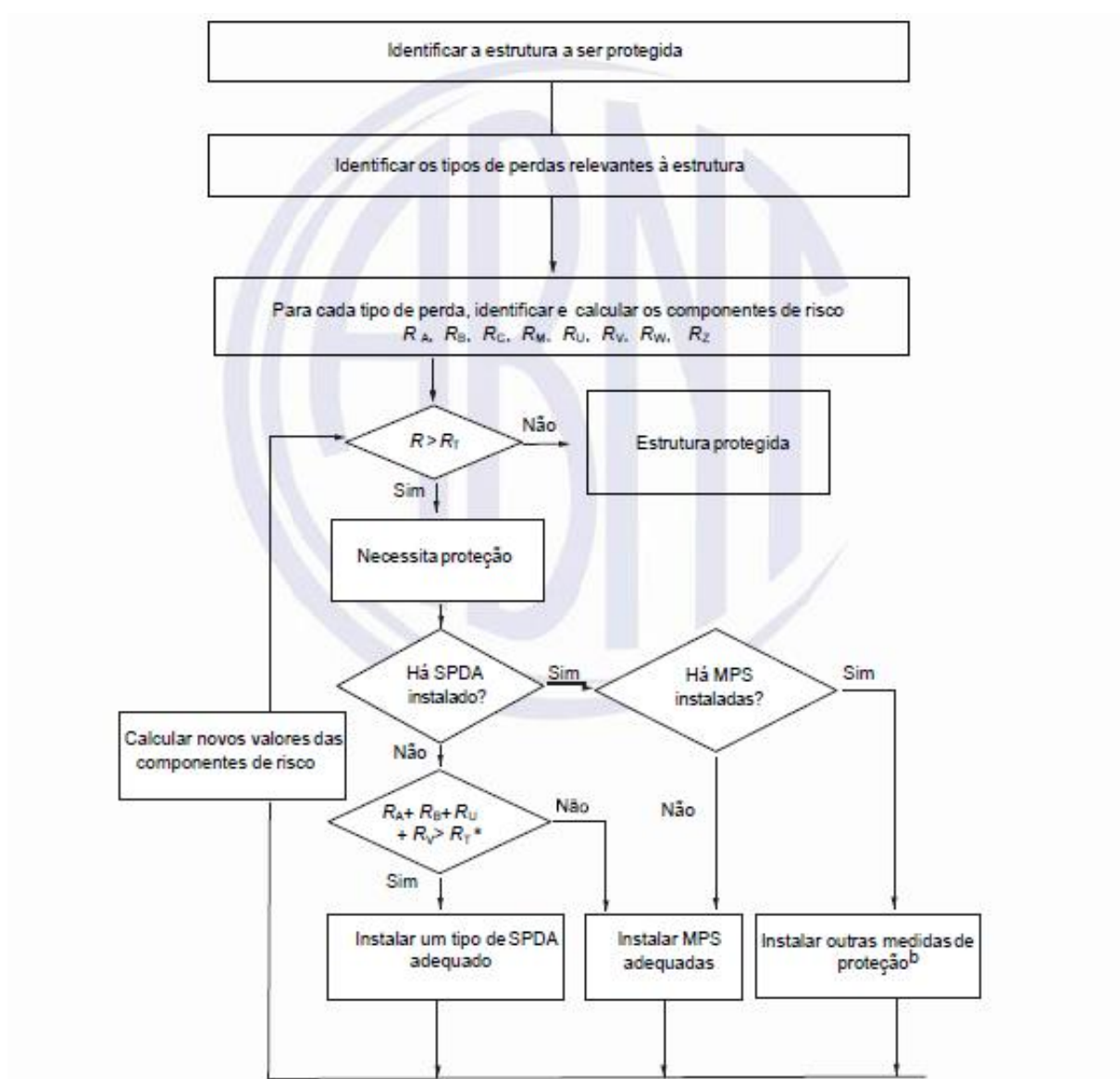
5. DIRETRIZES ADOTADAS

Para assegurar a melhor proteção para a edificação em questão, será realizada, primeiramente, uma Avaliação do Risco de Exposição, onde serão levados em consideração aspectos inerentes às mesmas e referentes ao local geográfico onde está localizada.

Com base nesta avaliação, será determinada a necessidade ou não de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA.

No caso da necessidade de se utilizar um SPDA na edificação, será determinada a quantidade de captadores, sua distribuição e especificação. Por último, serão determinadas as quantidades e posicionamento das descidas para interligação à malha de terra.

	Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz			
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº META: 2018-27	E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 10 de 17





6. CÁLCULOS DA AVALIAÇÃO DO RISCO DE EXPOSIÇÃO

6.1 - Dados relevantes e características

O Bloco está localizado em um território plano com uma estrutura nas redondezas. A densidade de descargas atmosféricas para a terra é $NG = 8$ descargas atmosféricas por quilômetro quadrado por ano. Na estrutura ICTB terão no máximo 300 pessoas habilitadas para circulação interna.

Dados para o bloco e suas redondezas são fornecidos na Tabela 01.

Dados para as linhas e seus sistemas internos conectados são fornecidos, para a linha de energia na Tabela 02 e para as linhas de sinais na Tabela 03.

 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>					
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº META: 2018-27	E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 11 de 17	

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km²/ano)		NG	8	http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/
Dimensões da estrutura (m)		L, W	133, 40	
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixa	CD	5,0 x 10 ⁻¹	Tabela A.1 NBR 5419-2:2015
SPDA	Estrutura não protegida por SPDA	PB	1	Tabela B.2
Ligação equipotencial	SEM DPS	PEB	1	Tabela B.7
Blindagem espacial externa		KS1	1	Equação (B.5)

Tabela 02 – Prédio ICTB – Linha de energia

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Comprimento (m)		LL	1000	
Fator de instalação	Enterrado	CI	5,0 x 10 ⁻¹	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)	CT	2,0000 x 10 ⁻¹	Tabela A.3
Fator ambiental	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento.	CE	1,0000 x 10 ⁻¹	Tabela A.4
Blindagem de linha (Ω/km)		RS	1	Tabela B.8
Blindagem , aterramento e isolamento	Linha enterrada blindada (energia ou sinal) - Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	CLD / CLI	1 / 3,0000 x 10 ⁻¹	Tabela B.4
Estrutura Adjacente		LJ, WJ, HJ	35,13,6	
Fator de localização da estrutura adjacente		CDJ	2,5 x 10 ⁻¹	Tabela A.1
Tensão suportável dos sistemas internos (Kv)		UW	6	
		KS4	1,6666 x 10 ⁻¹	Equação (B.7)
	Parâmetros resultantes	PLD	1	Tabela B.8
		PLI	6	Tabela B.9



 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz					
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº META: 2018-27	E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 12 de 17	

Tabela 03 – Prédio ICTB – Linha de sinal				
Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Comprimento (m)		LL	1000	
Fator de instalação	Enterrado	CI	$5,0 \times 10^{-1}$	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia ou sinal	CT	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento.	CE	$1,0000 \times 10^{-1}$	Tabela A.4
Blindagem de linha (Ω/km)		RS	1	Tabela B.8
Blindagem, aterramento e isolamento.	Linha enterrada não blindada - Indefinida	CLD / CLI	0 / 0	Tabela B.4
Estrutura Adjacente		LJ, WJ, HJ	35,13, 6	
Fator de localização da estrutura adjacente		CDJ	$2,5 \times 10^{-1}$	Tabela A.1
Tensão suportável dos sistemas internos (Kv)		UW	1	
		KS4	1	Equação (B.7)
	Parâmetros resultantes	PLD	1	Tabela B.8
		PLI	1	Tabela B.9

Definição das Zonas – ICTB - ZONA 1: Prédio

As seguintes zonas podem ser definidas:

São levados em consideração os seguintes tópicos:

1. A estrutura é classificada como uma área industrial
2. Nesta zona, possui os sistemas internos (energia e sinal)
3. Não há blindagem especial
4. Perdas são assumidas como correspondente aos valores médios típicos da Tabela C.1

Os fatores resultantes válidos para o Prédio estão relatados na tabela 04.





 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>			
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº META: 2018-27	E041Y06A	REV: 00 FOLHA: 13 de 17

Tabela 04 - Prédio ICTB - Fatores válidos para a zona: <i>Prédio</i>				
Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Tipo de piso	Agricultura, concreto	rT	$1,0 \times 10^{-2}$	Tabela C.3
Proteção contra choque (Descarga atmosférica na estrutura)	Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas)	PtA	$9,9999 \times 10^{-3}$	Tabela B.1
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	Isolação elétrica	PtU	$1,0000 \times 10^{-1}$	Tabela B.6
Risco de incêndio	Incêndio - Normal	rF	$1,0 \times 10^{-2}$	Tabela 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	$5,0 \times 10^{-1}$	Tabela C.4
Blindagem espacial interna		KS2	1	Equação (B.6)
Energia - Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	KS3	1	Tabela B.5
Energia - DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	Pspd	1	Tabela B.3
Telecom - Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	KS3	1	Tabela B.5
Telecom - DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	Pspd	1	Tabela B.3
	Sem perigo especial	hZ	5	Tabela C.6
L1: Perda de vida Humana	Hospital, hotel, escola, edifício cívico.	LT	$1,0 \times 10^{-2}$	Tabela C.2
	Não aplicável	LF	$1,0 \times 10^{-1}$	
	D3: devido à falha de sistemas internos	-	-	-
Fator para pessoas na zona	$n_z / n_t \times t_z / 8\,760 = 200 / 200 \times 484 / 8\,760$	-	$2,1004 \times 10^{-1}$	
		LA	$2,1004 \times 10^{-5}$	Equação (C.1)
	Parâmetros Resultantes	LU	$2,1004 \times 10^{-5}$	Equação (C.2)
		LB	$1,0502 \times 10^{-4}$	Equação (C.3)
		LV	$1,0502 \times 10^{-4}$	Equação (C.3)



 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz			
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº META: 2018-27	E041Y06A	REV: 00 FOLHA: 14 de 17

7. CALCULOS DAS QUANTIDADES RELEVANTES

Cálculos são dados na Tabela 05 para a área de exposição equivalente e na Tabela 06 para o número esperado de eventos perigosos:

Tabela 05 – Prédio: Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas				
	Símbolo	Resultado m²	Referência (Equação)	Equação
Estrutura	AD	18527,43	(A.2)	$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$
	AM	958398,16	(A.7)	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$
Linha	AL/P	40000	(A.9)	$AL/P = 40 \times LL$
Energia	AI/P	4000000	(A.11)	$AI/P = 4\,000 \times LL$
	ADJ/P	3200,87	(A.2)	$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$
Linha	AL/T	40000	(A.9)	$AL/T = 40 \times LL$
Telecom	AI/T	4000000	(A.11)	$AI/T = 4\,000 \times LL$
	ADJ/T	3200,87	(A.2)	$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$

Tabela 06 – Prédio: Número esperado anual de eventos perigosos				
Estrutura	ND	$7,4109 \times 10^{-2}$	(A.4)	$ND = NG \times AD \times CD \times 10^{-6}$
	NM	7,6671	(A.6)	$NM = NG \times AM \times 10^{-6}$
Linha	NL/P	$3,2000 \times 10^{-3}$	(A.8)	$NL/P = NG \times AL/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$
Energia	NI/P	$3,2000 \times 10^{-3}$	(A.10)	$NI/P = NG \times AI/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$
	NDJ/P	$1,2803 \times 10^{-3}$	(A.5)	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$
Linha	NL/T	$1,6000 \times 10^{-2}$	(A.8)	$NL/T = NG \times AL/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$
Telecom	NI/T	$1,6000 \times 10^{-2}$	(A.10)	$NI/T = NG \times AI/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$
	NDJ/T	$6,4017 \times 10^{-3}$	(A.5)	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$

 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz					
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº 2018-27	META: E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 15 de 17	

Risco R_1 – Determinação da necessidade de proteção

O risco R_1 pode ser expresso de acordo com a Equação (1), ver NBR5419-2:2015, por meio da seguinte soma de componentes:

$$R_1 = RA + RB + RU/P + RV/P + RU/T + RV/T$$

Componentes de risco devem ser avaliados de acordo com a Tabela 06 da NBR-5419/2015.
 Componentes envolvidos e avaliação do risco total são dadas na Tabela 07

Tabela 07 – Prédio : Risco R_1 para estrutura não protegida		
Resultados relacionados à ZONA: Prédio		
	Símbolo	Resultado
D1	RA	$1,5566 \times 10^{-8}$
Ferimento	$RU = Ru/p + Ru/t$	$9,4107 \times 10^{-9}$
D2	RB	$7,7832 \times 10^{-6}$
Danos Físicos	$RV = Rv/p + Rv/t$	$4,7053 \times 10^{-7}$
TOTAL		$8,2787 \times 10^{-6}$
TOLERÁVEL		$R_1 > R_T$: Proteção contra descargas atmosféricas é requerida





 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz			
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº META: 2018-27	E041Y06A	REV: 00 FOLHA: 16 de 17

Tabela 08 - Prédio ICTB - Fatores válidos para a zona: <i>Prédio</i>				
Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Tipo de perda	Hospital, industrial, museu, agricultura.	LF	0,5	Tabela C.12
Tipo de perda	Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial.	Lo	$1,0 \times 10^{-2}$	Tabela C.12
	É o valor dos animais na zona	ca	R\$ 500.000,00	Valor estimado
	É o valor da edificação relevante à zona;	cb	R\$1.000.000,00	Valor estimado
	É o valor do conteúdo da zona;	cc	R\$1.000.000,00	Valor estimado
	É o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona;	cs	R\$50.000,00	Valor estimado
	É o valor total da estrutura (soma de todas as zonas para animais, edificação, conteúdo e sistemas internos incluindo suas atividades).	ct	R\$2.550.000,00	Valor estimado
Tipo de piso	Agricultura, concreto	rt	$1,0 \times 10^{-2}$	Tabela C.3
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	$5,0 \times 10^{-1}$	Tabela C.4
Risco de Incêndio	Normal	rf	$1,0 \times 10^{-2}$	Tabela C.5

Tabela 09 – Prédio: Risco R4 para estrutura não protegida			
Resultados relacionados à ZONA: Prédio			
	Símbolo	Resultado	Referência (Equação)
D1	LA	$1,96 \times 10^{-5}$	(C.10)
	LB	$2,5 \times 10^{-3}$	(C.12)
	LC	$1,96 \times 10^{-4}$	(C.13)
D2	LM	$1,96 \times 10^{-4}$	(C.13)
D3	LV	$2,5 \times 10^{-3}$	(C.12)
	LU	$1,96 \times 10^{-5}$	(C.11)
	LW	$1,96 \times 10^{-4}$	(C.13)
D4	LZ	$1,96 \times 10^{-4}$	(C.13)

 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz					
CLIENTE: FIOCRUZ	Nº META: 2018-27	E041Y06A	REV: 00	FOLHA: 17 de 17	

Risco R_4 – Determinação da necessidade de proteção

O risco R_4 pode ser expresso de acordo com a Equação (4), ver NBR5419-2:2015, por meio da seguinte soma de componentes:

$$R_4 = RA^1 + RB + RU^1 + RV + RC + RM + RW + RZ$$

Nota 1: Somente em locais aonde vida de animais possam ser perdidas.

Tabela 10 – Prédio: Risco R_4 para estrutura não protegida

Resultados relacionados à ZONA: Prédio

	Símbolo	Resultado
D1 Ferimento	RA	$1,45 \times 10^{-8}$
	RB	$1,85 \times 10^{-4}$
	RC	$1,45 \times 10^{-5}$
D2	RM	$1,50 \times 10^{-3}$
D3	RV	$6,72 \times 10^{-5}$
	RW	$5,27 \times 10^{-6}$
D4	RZ	$3,13 \times 10^{-4}$
TAL	R4	$2,09 \times 10^{-3}$
TOLERÁVEL		$R_4 > R_T$: Proteção contra descargas atmosféricas é requerida

8. CONCLUSÃO

Como o risco $R_1 = 8,2787 \times 10^{-6}$ é inferior ao valor tolerável $R_T = 10^{-5}$, a proteção contra descargas atmosféricas para a estrutura não é requerida, mas devido ao valor ser próximo ao limite tolerável, sugerimos o uso de SPDA no prédio.

Como o risco $R_2 = 0$ é inferior ao valor tolerável $R_T = 10^{-3}$, a proteção contra descargas atmosféricas para a estrutura não é requerida.

Como o risco $R_3 = 0$ é inferior ao valor tolerável $R_T = 10^{-4}$, a proteção contra descargas atmosféricas para a estrutura não é requerida.

Como o risco $R_4 = 2,09 \times 10^{-3}$ é superior ao valor tolerável $R_T = 10^{-3}$, a proteção contra descargas atmosféricas para a estrutura é requerida.

Recomendamos o uso de um sistema SPDA nível II, pois uma descarga atmosférica pode interromper o sistema de energia do prédio, causando danos aos animais e equipamentos do local.