




CLIENTE:	Nº DA META:	Nº Documento:	Nº REVISÃO:	Nº PÁGINAS:
FIOCRUZ		E257Y03A	00	1 de 15


ANÁLISE DE RISCO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

00	Emissão Inicial	08/05/20	Eduardo Pasquoto	Márcio Moeller	Márcio Moeller
Rev.	Descrição	Data	Elaboração	Verificação	Aprovação

<div><div>Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz</div></div>				
CLIENTE:	Nº DA META:	Nº Documento:	Nº REVISÃO:	Nº PÁGINAS:
FIOCRUZ		E257Y03A	00	2 de 15

ÍNDICE

1.	OBJETIVO	3
2.	NORMAS DE REFERÊNCIA	3
2.1.	NORMAS ABNT	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
4.	SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	4
5.	AVALIAÇÃO DE NECESSIDADE DE PROTEÇÃO	10
6.	DIRETRIZES ADOTADAS	10
7.	DADOS RELEVANTES E CARACTERÍSTICAS.....	12
8.	CALCULOS DAS QUANTIDADES RELEVANTES	14
9.	CONCLUSÃO.....	15

 Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz				
CLIENTE: <p style="text-align: center;">FIOCRUZ</p>	N° DA META:	N° Documento: <p style="text-align: center;">E257Y03A</p>	N° REVISÃO: <p style="text-align: center;">00</p>	N° PÁGINAS: <p style="text-align: center;">3 de 15</p>

1. OBJETIVO

Este documento tem por objetivo identificar as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto de adequação das instalações do SPDA do Pavilhão HPP localizado no Campus da Fiocruz/ Rio de Janeiro- RJ.

2. NORMAS DE REFERÊNCIA

Os serviços para o Pavilhão HPP da Fiocruz deverão seguir de acordo com as disposições constantes nas especificações da ABNT e a legislação vigente dos órgãos de administração pública competentes. Em caso de faltarem ou forem omissas as informações referente ao serviço ou instalação, deverão ser consideradas as prescrições, indicações, especificações normas e regulamentos de órgãos ou entidades internacionais reconhecidos como referência técnica, bem como as recomendações dos fabricantes dos equipamentos e materiais que compõem o sistema.

A base de órgãos e entidades a serem seguidas está relacionada abaixo:

IEC – International Electrotechnical Commission

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANSI – American National Standards Institute

NEMA – National Electric Manufacturers Association

IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers

2.1. NORMAS ABNT


NBR-5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

NBR-5419:2015 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA


A257Z06A-A257Z07A-A257Z08A.dwg - PLANTA BAIXA DO TÉRREO

A257Z30A.dwg – Corte AA.


 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>				
CLIENTE: <div>FIOCRUZ</div>	Nº DA META:	Nº Documento: <div>E257Y03A</div>	Nº REVISÃO: <div>00</div>	Nº PÁGINAS: <div>4 de 15</div>

4. 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 a zona, em espécie
- cc Valor do conteúdo em uma zona, em espécie
- 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

 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>				
CLIENTE: <div>FIOCRUZ</div>	Nº DA META:	Nº Documento: E257Y03A	Nº REVISÃO: 00	Nº PÁGINAS: 5 de 15

- 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
- 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 (vítimas ou usuários não servidos)
- nt Número total de pessoas (ou usuários atendidos) esperado

 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>				
CLIENTE: <div style="text-align: center;">FIOCRUZ</div>	N° DA META:	N° Documento: <div style="text-align: center;">E257Y03A</div>	N° REVISÃO: <div style="text-align: center;">00</div>	N° PÁGINAS: <div style="text-align: center;">6 de 15</div>

- 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
- 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



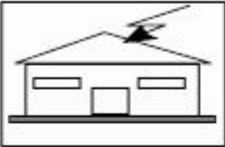

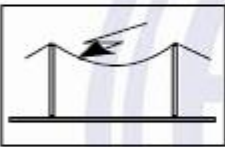

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

CLIENTE:	Nº DA META:	Nº Documento:	Nº REVISÃO:	Nº PÁGINAS:
FIOCRUZ		E257Y03A	00	7 de 15

- 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

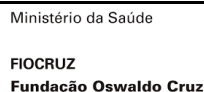
^a Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.

^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.

**FIOCRUZ**


Documento:
E257Y03A

00

9 de 15

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.

 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>				
CLIENTE: <div style="text-align: center;">FIOCRUZ</div>	Nº DA META:	Nº Documento: <div style="text-align: center;">E257Y03A</div>	Nº REVISÃO: <div style="text-align: center;">00</div>	Nº PÁGINAS: <div style="text-align: center;">10 de 15</div>

5. 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}).

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

Obs.: 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.

6. 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 captores, sua distribuição e especificação. Por último, serão determinadas as quantidades e posicionamento das descidas para interligação à malha de terra.



CLIENTE:

FIOCRUZ

Nº DA META:

Nº Documento:

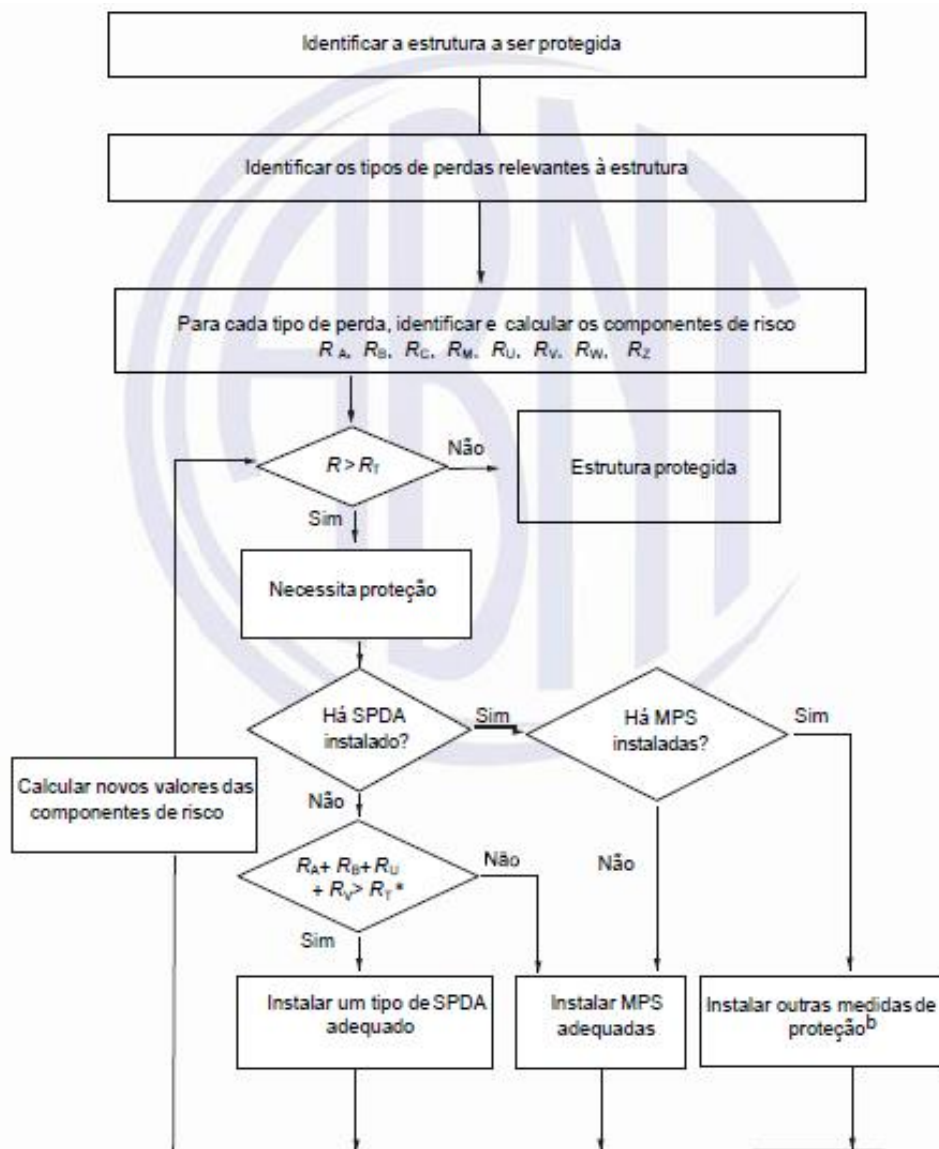
E257Y03A


Nº REVISÃO:

00

Nº PÁGINAS:

11 de 15



 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>				
CLIENTE: <div>FIOCRUZ</div>	N° DA META:	N° Documento: E257Y03A	N° REVISÃO: 00	N° PÁGINAS: 12 de 15


7. DADOS RELEVANTES E CARACTERÍSTICAS

O Edifício Do Pavilhão está localizado em um território com estrutura nas redondezas. A densidade de descargas atmosféricas para a terra é $NG = 7,00$ descargas atmosféricas por quilômetro quadrado por ano, aproximada. Na estrutura do Edifício foram previsto aproximadamente um total de 100 pessoas e 100 de modo contínuo.

Dados para o Pavilhão HPP 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.

Tabela 01 – Pavilhão HPP – Dados para o Pavilhão

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km ² /ano)		NG	7	http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/
Dimensões da estrutura (m)		L, W,H	88.75, 27.62, 21.90	
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 protegida por SPDA - Classe: III	PB	1,0 x 10 ⁻¹	Tabela B.2
Ligação equipotencial	SEM DPS	PEB	1	Tabela B.7
Blindagem espacial externa		KS1	1	Equação (B.5)

 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>				
CLIENTE: <div>FIOCRUZ</div>	Nº DA META:	Nº Documento: <div>E257Y03A</div>	Nº REVISÃO: <div>00</div>	Nº PÁGINAS: <div>13 de 15</div>

Definição das Zonas – Pavilhão HPP - ZONA 1: HPP

As seguintes zonas podem ser definidas:

São levados em consideração os seguintes tópicos:

A estrutura é classificada como uma área urbana

Nesta zona, possui os sistemas internos (energia e sinal).


Não há blindagem especial

Perdas são assumidas como correspondente aos valores médios típicos da Tabela C.1

Os fatores resultantes válidos para o Edifício estão relatados na tabela 02.

Tabela 02 Pavilhão HPP - Fatores válidos para a zona: HPP.

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)		PtA	0,01	Tabela B.1
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	Isolação elétrica	PtU	$1,0 \times 10^{-2}$	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	DPS classe III -IV	PsPd	0,05	Tabela B.3
Telecom - Fiação Interna	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no	KS3	1	Tabela B.5

 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>				
CLIENTE: <div>FIOCRUZ</div>	Nº DA META:	Nº Documento: E257Y03A	Nº REVISÃO: 00	Nº PÁGINAS: 14 de 15


	sentido de evitar laços			
Telecom - DPS	Sem DPS	PsPd	1	Tabela B.3
Coordenados				
L1: Perda de vida Humana	Risco Moderado de pânico	hZ	5	Tabela C.6
	Outros	LT	$1,0 \times 10^{-2}$	Tabela C.2
		LF	$1,0 \times 10^{-1}$	
	D3: devido à falha de sistemas internos	-	-	-
Fator para pessoas na zona	$n_z / n_t \times t_z / 8\,760 = 100 / 100 \times 2400 / 8\,760$	-	$2,74 \times 10^{-1}$	
Parâmetros Resultantes		LA	$2,74 \times 10^{-5}$	Equação (C.1)
		LU	$2,74 \times 10^{-5}$	Equação (C.2)
		LB	$6,85 \times 10^{-4}$	Equação (C.3)
		LV	$6,85 \times 10^{-4}$	Equação (C.3)

8. CALCULOS DAS QUANTIDADES RELEVANTES

Cálculos são dados nas Tabelas 03 para a área de exposição equivalente e nas Tabelas 04 para o número esperado de eventos perigosos:

Tabela 03 – Pavilhão HPP: Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas.

	Símbolo	Resultado m²	Referência (Equação)	Equação
Estrutura	AD	16011,93	(A.2)	$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi (3 \times H)^2$
	AM	901768,16	(A.7)	
Linha	AL/P	2400	(A.9)	$AL/P = 40 \times LL$
Energia	AI/P	24000	(A.11)	$AI/P = 4\,000 \times LL$
	ADJ/P	0	(A.2)	$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$
Linha	AL/T	2400	(A.9)	$AL/T = \quad \times LL$
Telecom	AI/T	24000	(A.11)	$AI/T = 4\,000 \times LL$
	ADJ/T	0	(A.2)	$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$

 <div> Ministério da Saúde FIOCRUZ Fundação Oswaldo Cruz </div>				
CLIENTE: <div style="text-align: center;">FIOCRUZ</div>	Nº DA META:	Nº Documento: <div style="text-align: center;">E257Y03A</div>	Nº REVISÃO: <div style="text-align: center;">00</div>	Nº PÁGINAS: <div style="text-align: center;">15 de 15</div>

Risco R1 – Determinação da necessidade de proteção

O risco R1 pode ser expresso de acordo com a Equação (1), ver NBR5419-2:2015, por meio da seguinte soma de componentes:

$$R1 = RA + RB + RU/P + RV/P + RU/T + RV/T$$

Componentes de risco devem ser avaliados de acordo com a Tabela 03 da NBR-5419/2015.

Componentes envolvidos e avaliação do risco total são dadas na Tabela 04

Tabela 04 – Edifício: Risco R1 para estrutura não protegida		
Resultados relacionados à ZONA: Pavilhão HPP		
	Símbolo	Resultado
D1 Ferimento	RA	$1,53 \times 10^{-9}$
	$RU = Ru/p + Ru/t$	$4,60 \times 10^{-8}$
D2 Danos Físicos	RB	$3,83 \times 10^{-6}$
	$RV = Rv/p + Rv/t$	$1,15 \times 10^{-6}$
TOTAL		$5,04 \times 10^{-6}$
TOLERÁVEL		R1 < RT: Proteção contra descargas atmosféricas atende as condições existentes.

9. CONCLUSÃO

Como o risco $R1 = 5,04 \times 10^{-6}$ é inferior ao valor tolerável $RT = 10^{-5}$, a proteção contra descargas atmosférica atende aos requisitos da NBR5419/2015 nas condições de projeto, nível de SPDA =III com gaiola de Faraday.