

MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO SPDA – FAMMUC

A	Emissão inicial			Regis S.	14/05/2018
Nº	Descrição			Responsável	Data
Revisão					
Elaboração	Regis S.	Data:	14/05/2018		
Número da proposta	UFV-ENG-SPD-MD-006	Cliente:	UFVJM		

Índice

1	Introdução.....	3
2	Identificações do Empreendimento.....	3
2.1	Identificações do local.....	3
3	Generalidades.....	4
4	Condições gerais.....	4
5	Características técnicas.....	5
5.1	Tipo de SPDA e localização do captor.....	6
5.2	Condutores de descida.....	6
5.3	Hastes de aterramento.....	6
5.4	Equipotencialização.....	7
5.5	Características de instalação.....	7
6	Folha de dados:.....	8
6.1	Dados do cliente:.....	8
6.2	Dados da obra:.....	8
6.3	Dados de dimensionamento do projeto:.....	8
7	Notas gerais de projeto.....	10
8	Lista de materiais – À instalar.....	12
	Anexo I – Memória de cálculo – Análise de Risco.....	14

1 Introdução

Este documento contém o memorial descritivo do projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA, do **Prédio do curso de medicina - FAMMUC**, pertencente a UFVJM – Campus Mucuri, parte integrante dos serviços a serem executados da empresa ENGEDER Engenharia e Arquitetura LTDA.

2 Identificações do Empreendimento

2.1 Identificações do local

Nome: Prédio de medicina – FAMMUC – Campus Mucuri
Cidade/Estado/País: Teófilo Otoni/MG/Brasil

3 Generalidades.

O presente memorial refere-se à elaboração de Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) e tem por objetivo estabelecer condições e características técnicas para execução dos serviços.

Projeto de instalação de Sistema de Proteção contra Descarga Atmosféricas (SPDA) de acordo com a norma ABNT NBR5419:2015 e em conformidade com as normas técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de Minas Gerais. Edificação classificada como nível IV de proteção, conforme demonstrado no Anexo I deste documento, referente ao memorial de cálculo em conformidade com a norma NBR5419:2015-2.

4 Condições gerais

A fim de se evitar falsas expectativas sobre o sistema de proteção, deve-se levar em conta os seguintes esclarecimentos:

1 - A descarga elétrica atmosférica (raio) é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível e aleatório, tanto em relação às suas características elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração, etc), como em relação aos efeitos destruidores decorrentes de sua incidência sobre as edificações.

2 - Nada em termos práticos pode ser feito para se impedir a "queda" de uma descarga em determinada região. Não existe "atração" a longas distâncias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

3 - A implantação e manutenção de sistemas de proteção (pára-raios) é normalizada internacionalmente pela IEC (International Eletrotecnical Comission) e em cada país por entidades próprias como a ABNT (Brasil), NFPA (Estados Unidos) e BSI (Inglaterra).

4 - Somente os projetos elaborados com base em disposições destas normas podem assegurar uma instalação dita eficiente e confiável. Entretanto, esta eficiência nunca atingirá os 100% estando, mesmo estas instalações, sujeitas à falhas de proteção. As mais comuns são a destruição de pequenos trechos do revestimento das fachadas de edifícios ou de quinas da edificação ou ainda de trechos de telhados.

5 - Não é função do sistema de para-raios proteger equipamentos eletroeletrônicos (comando de elevadores, interfones, portões eletrônicos, centrais telefônicas, subestações, etc), pois mesmo uma descarga captada e conduzida a terra com segurança, produz forte interferência eletromagnética, capaz de danificar estes equipamentos. Para sua proteção, deverá ser contratado considerado o projeto elétrico, onde se especifica a instalação de supressores de surto individuais (protetores de linha).

6 - Os sistemas implantados de acordo com a Norma, visam à proteção da estrutura das edificações contra as descargas que a atinjam de forma direta, tendo a NBR-5419 da ABNT como norma básica.

7 - É de fundamental importância que após a instalação haja uma manutenção periódica anual a fim de se garantir a confiabilidade do sistema. São também recomendadas vistorias preventivas após reformas que possam alterar o sistema e toda vez que a edificação for atingida por descarga direta.

8 - A execução deste projeto deverá ser realizada por pessoal especializado.

5 Características técnicas

São fatores preponderantes para opção por instalação de SPDA, o fato da estrutura ser um patrimônio cultural, com alto fluxo de pessoas, protegendo a estrutura e diminuindo riscos de incêndio e pânico. No anexo 1 deste memorial é demonstrado em planilha os cálculos de análise de risco.

A largura do módulo de malha, conforme método de gaiola de faraday da NBR 5419:2015, deve ser de 20x20m, visto que a instalação é classificada de categoria IV.

No entanto, por se tratar de captadores naturais (telhado metálico), os cabos de cobre nú de 35mm² responsáveis pela descida e escoamento das descargas atmosféricas, serão soldados ao telhado e encaminhados no interior das colunas de sustentação do prédio, até serem soldadas na malha de aterramento de 50mm² ao redor do prédio.

5.1 Tipo de SPDA e localização do captor

Detalhes dos projetos explícitos nas pranchas.

5.2 Condutores de descida

De acordo com a NBR 5419:2015, o espaçamento médio máximo para esse tipo de instalação (Grau de Proteção IV), deve ser de 20m. Portanto, pelo perímetro do telhado, segue abaixo cálculo para quantidade de descidas do sistema de aterramento.

$$P = 182,09\text{m} / 20 = 9,1.$$

Logo, deverão ser elaborados 10 descidas de aterramento para o sistema.

5.3 Hastes de aterramento

Foram adotadas diversas descidas em cabo de cobre nú de 35 mm² que se interligam a um condutor com a seção nominal de 50mm² para proteção da edificação.

Todo sistema será ligado em caixas de inspeção localizadas em cada descida a um metro de qualquer outra estrutura.

Todas as derivações ou emendas deverão ser feitas através de solda tipo exotérmica.

As Hastes de aterramento são do tipo cooperweld 5/8" x 2,40 m.

5.4 Equipotencialização

O quadro de distribuição elétrica da edificação deverá ser aterrado e possuir um DPS, disjuntor de proteção contra surto, conforme consta em projeto elétrico.

Conforme estudo de análise de risco, não haveria necessidade de utilização do barramento de equipotencialização. No entanto, para melhor eficiência do sistema, o mesmo foi projetado conforme disposto em pranchas de projeto.

5.5 Características de instalação

Os condutores de descida deverão ser de cabo de cobre nú #35mm², a ser instalado conforme detalhes representados em prancha.

A malha de aterramento do SPDA deverá possuir resistência ôhmica inferior a 10ohms. Verificar em obra a necessidade de tratamento químico do solo para atendimento a este quesito.

6 Folha de dados:

6.1 Dados do cliente:

- Proprietário: UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALORES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
- Ocupação: PÚBLICA
- Endereço: CAMPUS MUCURI - UFVJM

6.2 Dados da obra:

- **Perímetro da edificação a ser protegida:** 182,09 m
- **Altura máxima:** 16,00m
- **Área da edificação a ser protegida:** 1551,00 m²
- **Tipo da estrutura:** Pública, com telha metálica.

6.3 Dados de dimensionamento do projeto:

- **Nível de proteção:**

() Nível I; () Nível II; () Nível III; (**X**) Nível IV;

- **Método de dimensionamento:**

() Gaiola de Faraday () Eletrogeométrico () Franklin () Natural
(**X**) Misto – Especificar – Captorez naturais, exceto nas estruturas de alvenaria onde haverá gaiola de faraday. Descidas em cabo de cobre nú externas, isoladas nos últimos 3m através de eletroduto PVC.

- **Classificação do sistema:**

() Externo isolado () Externo não-isolado () Interno (Estrutural)
(X) Misto – Especificar: Cobertura não isolada com descidas isoladas nos últimos 3 metros através de eletroduto PVC rígido.

- **Elementos captadores**

() Cabos esticados (X) Hastes (captadores verticais) (0,6m) (X) Condutores em malha (X) Hastes (captadores verticais)
(X) Elementos naturais (TELHADO METÁLICO)

- **Subsistema de descidas:**

() Naturais (X) Não naturais () Misto

- **Quantidade:** conforme projeto,;
- **Seção:** 35 mm²
- **Elemento (material):** Cabos de Cobre nú

- **Subsistema de aterramento:**

() Natural (X) Não natural

- **Quantidade:** conforme projeto
- **Seção:** 50mm²
- **Elemento (material):** Cabos de Cobre nú

- **Periodicidade das inspeções:**

Inspeção visual deverá ser feita anualmente;

Inspeção completa com emissão de laudo deverá ser efetuada periodicamente em intervalos de:

() Um ano (X) Três anos () Cinco anos

Notas gerais de projeto

1. Esta norma não contempla a proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferência eletromagnéticas causadas pelas descargas atmosféricas. Para a proteção destes equipamentos é necessária a utilização de supressores de surtos (DPS), previstos nos painéis de distribuição.

2. Todas as novas construções deverão estar contidas no volume protegido.

3. Nenhum ponto das edificações, equipamentos e aparelhos serem protegidos poderão ficar fora do campo de proteção.

4. Onde houver gases corrosivos na atmosfera, o uso de cobre será obrigatório nas instalações.

5. É proibido o uso de captadores radioativos ou outro sistema que tenham como objetivo o aumento da área de proteção prescrita pelos métodos da NBR 5419. As edificações existentes que utilizam este modelo deverão substituí-los de acordo com as recomendações do CNEN (comissão nacional de energia nuclear).

6. Nada em termos práticos pode ser feito para se impedir “queda” de uma descarga em determinada região. Não existe “atração” as longas distâncias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

7. É de fundamental importância que após a instalação haja uma manutenção periódica anual a fim de se garantir a confiabilidade do sistema. São também recomendadas vistorias preventivas após reformas que possam alterar o sistema e também toda que a edificação for atingida por descarga direta.

8. Todas as peças e acessórios de origem ferrosa, usados no SPDA, deverão ser galvanizados a fogo ou banhados com 254 micrômetros de cobre. Fica assim proibida a zincagem eletrolítica.

9. É necessária conforme NBR-5419 a utilização de DPS dispositivos de proteção de surtos essencialmente nos quadros de distribuição da edificação conforme previsto no projeto elétrico.

10. Caso venha a serem instaladas estruturas metálicas no topo do prédio (antena coletiva de TV, Parabólica, Placas de Aquecimento solar, Boiler de água quente, Torres de ar condicionado, etc) deverá ser instalado um mastro com captor tipo Franklin, superando a altura destas estruturas, de modo a protegê-las contra descargas diretas. Todas as estruturas metálicas no topo da edificação deverão ser interligadas ao SPDA.

11. No pavimento térreo deve ser feita a equalização de potenciais, sendo assim, deve ser feita a interligação do sistema elétrico, telefônico e massas metálicas consideráveis tais como: incêndio, recalque, tubos de gás, tubos de cobre, central de gás, guarda corpos, etc. à malha de aterramento do SPDA.


12. Devem ser realizadas inspeções visuais anuais para as instalações e inspeções completas a cada 3 (três) anos. Caso seja constatado que ocorreu alguma descarga, o sistema também deverá ser revisado para garantir que as instalações continuam seguras.

7 Lista de materiais – À instalar


Item	Descrição	Qtde	Unid.
1	Terminal Compressão 35mm ²	10	pç
2	Parafuso inox R/M 1/4" x 1.1/4"	10	pç
3	Porca Inox 1/4"	10	pç
4	Arruela lisa Inox 1/4"	10	pç
5	Conector bronze estanhado	10	pç
6	Caixa de Inspeção em PVC 2", tipo "C"	10	pç
7	Presilha em latão estanhado 35mm ²	160	pç
8	Parafuso Inox 4,2 x 32mm	160	pç
9	Bucha nylon S6	160	pç
10	Abraçadeira cunha 2"	30	Pç
11	Eletroduto PVC rígido 2"	10	pç
12	Terminal aéreo base plana galvanizado a quente 50cm	4	pç

Item	Descrição	Qtde	Unid.
13	Conector pressão bimetálico 35mm ² com furo 10mm	4	pç
14	Parafuso rosca soberba inox M6x50mm ²	8	pç
15	Espuma de poliuretano expansiva	2	lt
16	Caixa de inspeção de aterramento 30x30cm PVC	10	pç
17	Conector de aperto para 2 cabos de 50mm ²	10	pç
18	Haste de aterramento Cooperweld Ø5/8"2,44m	10	pç
19	Caixa de equipotencialização (BEP)	1	pç
20	Cabo de cobre nú 35mm ²	230	m
21	Cabo de cobre nú 50mm ²	180	m

Anexo I – Memória de cálculo – Análise de Risco

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCO - ABNT NBR 5419-2:2015

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

DADOS DA EDIFICAÇÃO

EDIFICAÇÃO	FAMMUC
PROPRIETÁRIO	UFVJM
ENDEREÇO	CAMPUS MUCURI

DADOS DO PROJETISTA

PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
CREA	SC 115225-0	RNP	251103323-2
E-MAIL	regis@engeder.com.br		
TELEFONES	(48) 3255.3163		

ANÁLISE DE RISCO


Conforme a Norma ABNT NBR 5419-2:2015, a necessidade da utilização de medidas de proteção para reduzir as perdas devido às descargas atmosféricas deve ser determinada pela análise de risco.

Importante!

O mau funcionamento dos sistemas eletroeletrônicos não é coberto pela série de Normas ABNT NBR 5419:2015. Para tanto, deverá ser consultada a Norma IEC 61000-4-5.

O fato de R_1 , R_2 e R_3 serem diferentes de zero implica que há riscos envolvidos, ainda que estes sejam menores que os valores tolerados e poderão ocorrer acidentes.

De acordo com a Norma ABNT NBR 5419-1:2015, os riscos R_1 , R_2 e R_3 devem ser considerados na avaliação da necessidade de proteção contra descargas atmosféricas, sendo R opcionalmente utilizado.

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

DETERMINAÇÃO DAS PERDAS RELEVANTES À ESTRUTURA

Conforme a seção 4.1.3 da ABNR NBR 5419-2:2015, são definidos os seguintes tipos de perdas:

L1: perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes);
 L2: perda de serviço ao público;
 L3: perda de patrimônio cultural;
 L4: perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo e perda de atividades).

Para a estrutura em questão são feitas as seguintes observações:

A estrutura não é responsável por serviços públicos a usuários fora de seu interior (gás, água, energia, TV ou linhas de sinais);
 A estrutura não possui patrimônio cultural em seu interior;
 Será realizado estudo de impacto econômico das soluções contra descargas atmosféricas, face às perdas econômicas decorrentes destas.

Dessa forma, são relevantes as seguintes perdas para a estrutura:

L1, L4

E, para os tipos de perdas, serão calculados os seguintes riscos:

R1, R4


DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DOS RISCOS (R1 E R4)

Para a composição do risco R1, são feitas as seguintes considerações:

A estrutura não possui risco de explosão;
 A estrutura não é um hospital com equipamentos elétricos para salvar vidas;
 A falha dos sistemas internos não porá imediatamente em perigo a vida humana.

R1 será dado por:

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


	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

Para a composição do risco R4:

A estrutura não é uma propriedade onde animais podem ser perdidos.

R4 será dado por:

$$R4 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$$

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018


R1: RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA - ZONA: Pátio


R_A (ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico - desc. na est.)

Número de eventos perigosos para a estrutura (N _D)		
N _G	Densidade de descargas atmosféricas para a terra http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng	4,60 desc/km ² /ano
A _D	Área de exposição equivalente	3.773,56 m ²
	Linha Elétrica	
	L=40, W=0,5, H=8, Estrutura Comum, HP=Não Aplicável	
C _D	Fator de localização da estrutura	0,5
	Cerc. por objetos da mesma altura ou mais baixos	
N _D	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	8,68 E-03 desc/ano

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico (P _A)		
P _{TA}	Probabilidade de uma descarga em uma estrutura causar choque a seres vivos (tensões de toque e de passo)	1
	Nenhuma medida de proteção	
P _B	Probabilidade de uma descarga em uma estrutura causar danos físicos	0,2
	Estrutura protegida por SPDA Classe IV	
P _A	$P_A = P_{TA} \times P_B$	2,00 E-01

Quantidade de perda L _A		
r _t	Tipo da superfície do solo ou piso	1,00 E-02
	Agricultura, concreto	
L _T	Vítimas feridas por choque elétrico Todos os tipos	1,00 E-02
n _z	Número de pessoas na zona	10


		EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
		SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
		PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
		EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
		PROJETO	SPDA - FAMMUC	
			EMIÇÃO	
			22/05/2018	
n_t	Número total de pessoas na estrutura			750
t_z	Tempo total de pessoas presentes na estrutura (horas/ano)			8.760 h/ano

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	<div>EMISSÃO</div> <div>22/05/2018</div>
L_A	$L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$		1,33 E-06

R_A	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	2,31 E-09 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------

Para zonas externas, o único componente de risco relevante é R_A . Assim:

R_1	$R_1 = R_A$	2,31 E-09 / ano
-------	-------------	-----------------

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163	
	PROJETO	SPDA - FAMMUC		EMIÇÃO 22/05/2018


R1: RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA - ZONA: Salas/Laboratórios

R_A (ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico - desc. na est.)

Número de eventos perigosos para a estrutura (N _D)		
N _G	Densidade de descargas atmosféricas para a terra http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng	4,60 desc/km ² /ano
A _D	Área de exposição equivalente	8.289,72 m ²
	Prédio parte 1	
	L=54, W=17,3, H=10,25, Estrutura Complexa, HP=4,8	
C _D	Fator de localização da estrutura Cerc. por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5
N _D	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	1,91 E-02 desc/ano

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico (P _A)		
P _{TA}	Probabilidade de uma descarga em uma estrutura causar choque a seres vivos (tensões de toque e de passo)	1
	Nenhuma medida de proteção	
P _B	Probabilidade de uma descarga em uma estrutura causar danos físicos Estrutura protegida por SPDA Classe IV	0,2
P _A	$P_A = P_{TA} \times P_B$	2,00 E-01

Quantidade de perda L _A		
r _t	Tipo da superfície do solo ou piso	1,00 E-03
	Marmore, cerâmica	
L _T	Vítimas feridas por choque elétrico Todos os tipos	1,00 E-02
n _z	Número de pessoas na zona	600

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

n_t	Número total de pessoas na estrutura	750
t_z	Tempo total de pessoas presentes na zona (horas/ano)	5.840 h/ano
L_A	$L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	5,33 E-06


R_A	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	2,03 E-08 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------

R_B (danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura)

Número de eventos perigosos para a estrutura (N_D)		
(já calculado)		
N_D	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	1,91 E-02 desc/ano

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos (P_B)		
(já calculado)		
P_B	Estrutura protegida por SPDA Classe IV	0,2

Quantidade de perda L_B		
r_p	Providências para redução de consequências de incêndios	0,5
	Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	
r_f	Risco de incêndio ou explosão na estrutura Risco de incêndio normal	1,00 E-02
h_z	Presença de perigo especial Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	2
L_F	Número de vítimas por danos físicos Outros	1,00 E-02


	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC		EMIÇÃO 22/05/2018

n_z	Número de pessoas na zona	600
n_t	Número total de pessoas na estrutura	750
t_z	Tempo total de pessoas presentes na zona (horas/ano)	5840
L_B	$L_B = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	5,33 E-05

R_B	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	2,03 E-07 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------

R_U (ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico - desc. na linha)


Número de eventos perigosos por descargas na linha (N_L)				
N_G	Densidade de descargas atmosféricas para a terra http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng		4,60 desc/km ² /ano	
C_E	Fator ambiental (para todas as linhas) Urbano		0,1	
Linha	Tipo	A. exposição / Instalação / Tipo		Parâmetros
1	Energia	A_{L1}	A. de exposição equivalente da linha	600,00 m ²
Descrição		C_{I1}	Aéreo	1,00
LINHAS DE ENERGIA		C_{T1}	Linha de energia ou sinal	1,00
2	Sinal	A_{L2}	A. de exposição equivalente da linha	600,00 m ²
Descrição		C_{I2}	Aéreo	1,00
LINHAS DE SINAL		C_{T2}	Linha de energia ou sinal	1,00
3		A_{L3}	A. de exposição equivalente da linha	
Descrição		C_{I3}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T3}	Escolha um tipo de linha	
4		A_{L4}	A. de exposição equivalente da linha	
Descrição		C_{I4}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T4}	Escolha um tipo de linha	
5		A_{L5}	A. de exposição equivalente da linha	
Descrição		C_{I5}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T5}	Escolha um tipo de linha	
6		A_{L6}	A. de exposição equivalente da linha	
Descrição		C_{I6}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T6}	Escolha um tipo de linha	

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC		EMIÇÃO 22/05/2018

7		A_{L7}	<i>A. de exposição equivalente da linha</i>	
Descrição		C_{I7}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T7}	Escolha um tipo de linha	
8		A_{L8}	<i>A. de exposição equivalente da linha</i>	
Descrição		C_{I8}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T8}	Escolha um tipo de linha	
9		A_{L9}	<i>A. de exposição equivalente da linha</i>	
Descrição		C_{I9}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T9}	Escolha um tipo de linha	
10		A_{L10}	<i>A. de exposição equivalente da linha</i>	
Descrição		C_{I10}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T10}	Escolha um tipo de linha	


Número de eventos perigosos por descargas na linha (N_L)				
N_L	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação A.8</i>	N_L
	1	Energia	$N_{L1} = N_G \times A_{L1} \times C_{I1} \times C_{E1} \times C_{T1} \times 10^{-6}$	2,76 E-04
	2	Sinal	$N_{L2} = N_G \times A_{L2} \times C_{I2} \times C_{E2} \times C_{T2} \times 10^{-6}$	2,76 E-04
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente (N_{DJ})				
N_G	Densidade de descargas atmosféricas para a terra http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng			4,60 desc/km²/ano
<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Estrutura adjacente / Localização / Tipo</i>		<i>Parâmetros</i>
1	Energia	A_{DJ1}	Linha Elétrica	3.773,56 m²
Descrição		C_{DJ1}	Cercada por objetos mais altos	0,25
LINHAS DE ENERGIA		C_{T1}	Linha de energia ou sinal	1,00

	EMPRESA		ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR		ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL		REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL		regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO		SPDA - FAMMUC	EMIÇÃO 22/05/2018


2	Sinal	A _{DJ2}	Linha Telecom	1.444,39 m ²
<i>Descrição</i>		C _{DJ2}	Cercada por objetos mais altos	0,25
LINHAS DE SINAL		C _{T2}	Linha de energia ou sinal	1,00
3		A _{DJ3}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ3}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T3}	Escolha um tipo de linha	
4		A _{DJ4}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ4}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T4}	Escolha um tipo de linha	
5		A _{DJ5}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ5}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T5}	Escolha um tipo de linha	
6		A _{DJ6}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ6}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T6}	Escolha um tipo de linha	
7		A _{DJ7}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ7}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T7}	Escolha um tipo de linha	
8		A _{DJ8}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ8}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T8}	Escolha um tipo de linha	
9		A _{DJ9}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ9}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T9}	Escolha um tipo de linha	
10		A _{DJ10}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ10}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T10}	Escolha um tipo de linha	

Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente (N _{DJ})				
	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação A.5</i>	<i>N_{DJ}</i>
	1	Energia	$N_{DJ1} = N_G \times A_{DJ1} \times C_{DJ1} \times C_{T1} \times 10^{-6}$	4,34 E-03
	2	Sinal	$N_{DJ2} = N_G \times A_{DJ2} \times C_{DJ2} \times C_{T2} \times 10^{-6}$	1,66 E-03
	3			
	4			

		EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
		SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
		PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
		EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
		PROJETO	SPDA - FAMMUC		
				EMIÇÃO	22/05/2018
N _{DJ}	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico (P_U)

P _{TU}	Medidas de proteção contra tensões de toque			1	
	Nenhuma medida de proteção				
P _{EB}	DPS's na entrada de linha (ligações equipotenciais)			0,05	
	DPS's NP III-IV				
Linha	Tipo	Tipo de linha / U _w / Blindagem		Parâmetros	
1	Energia	Enterrada não blindada / Indefinida		C _{LD1}	1
Descrição		U _{w1}	1,0 kV	P _{LD1}	1,00
LINHAS DE ENERGIA		R _{S1}	Sem blindagem		
2	Sinal	Enterrada não blindada / Indefinida		C _{LD2}	1
Descrição		U _{w2}	1,0 kV	P _{LD2}	1,00
LINHAS DE SINAL		R _{S2}	Sem blindagem		
3		Escolha um tipo de linha		C _{LD3}	
Descrição		U _{w3}	Escolha um tipo de linha	P _{LD3}	
		R _{S3}	Não aplicável		
4		Escolha um tipo de linha		C _{LD4}	
Descrição		U _{w4}	Escolha um tipo de linha	P _{LD4}	
		R _{S4}	Não aplicável		
5		Escolha um tipo de linha		C _{LD5}	
Descrição		U _{w5}	Escolha um tipo de linha	P _{LD5}	
		R _{S5}	Não aplicável		
6		Escolha um tipo de linha		C _{LD6}	
Descrição		U _{w6}	Escolha um tipo de linha	P _{LD6}	
		R _{S6}	Não aplicável		
7		Escolha um tipo de linha		C _{LD7}	
Descrição		U _{w7}	Escolha um tipo de linha	P _{LD7}	

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC		EMIÇÃO 22/05/2018

		R_{S7}	Não aplicável	P_{LD7}	
8		Escolha um tipo de linha		C_{LD8}	
	<i>Descrição</i>	U_{W8}	Escolha um tipo de linha	P_{LD8}	
		R_{S8}	Não aplicável		
9		Escolha um tipo de linha		C_{LD9}	
	<i>Descrição</i>	U_{W9}	Escolha um tipo de linha	P_{LD9}	
		R_{S9}	Não aplicável		
10		Escolha um tipo de linha		C_{LD10}	
	<i>Descrição</i>	U_{W10}	Escolha um tipo de linha	P_{LD10}	
		R_{S10}	Não aplicável		


P_U	7			
Risco R_U de ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico por descargas nas				
R_U	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação 10</i>	R_U
N_{DJ}	5			
	6			
	10			

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar danos físicos (P_V)				
P_{EB}	DPS's na entrada de linha (ligações equipotenciais) DPS's NP III-IV			0,05
<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Tipo de linha / U_W / Blindagem</i>		<i>Parâmetros</i>
1	Energia	Enterrada não blindada / Indefinida		C_{LD1} 1
	<i>Descrição</i>	U_{W1}	1,0 kV	P_{LD1} 1,00
	LINHAS DE ENERGIA	R_{S1}	Sem blindagem	
2	Sinal	Enterrada não blindada / Indefinida		C_{LD2} 1
	<i>Descrição</i>	U_{W2}	1,0 kV	P_{LD2} 1,00
	LINHAS DE SINAL	R_{S2}	Sem blindagem	
3		Escolha um tipo de linha		C_{LD3}
	<i>Descrição</i>	U_{W3}		P_{LD3}
		R_{S3}	Não aplicável	
4		Escolha um tipo de linha		C_{LD4}
	<i>Descrição</i>	U_{W4}		P_{LD4}
		R_{S4}	Não aplicável	
5		Escolha um tipo de linha		C_{LD5}

		EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
		SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
		PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
		EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
		PROJETO	SPDA - FAMMUC		
				EMIÇÃO	22/05/2018
<i>Descrição</i>		U_{W5}		P_{LD5}	
		R_{S5}	Não aplicável		
6		Escolha um tipo de linha		C_{LD6}	
<i>Descrição</i>		U_{W6}		P_{LD6}	
		R_{S6}	Não aplicável		
7		Escolha um tipo de linha		C_{LD7}	
<i>Descrição</i>		U_{W7}		P_{LD7}	
		R_{S7}	Não aplicável		
8		Escolha um tipo de linha		C_{LD8}	
<i>Descrição</i>		U_{W8}		P_{LD8}	
		R_{S8}	Não aplicável		
9		Escolha um tipo de linha		C_{LD9}	
<i>Descrição</i>		U_{W9}		P_{LD9}	
		R_{S9}	Não aplicável		
10		Escolha um tipo de linha		C_{LD10}	
<i>Descrição</i>		U_{W10}		P_{LD10}	
		R_{S10}	Não aplicável		

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar danos físicos (P_V)				
P_V	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação B.9</i>	P_V
	1	Energia	$P_{V1} = P_{EB} \times P_{LD1} \times C_{LD1}$	5,00 E-02
	2	Sinal	$P_{V2} = P_{EB} \times P_{LD2} \times C_{LD2}$	5,00 E-02
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Quantidade de perda L_V

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	<div>EMIÇÃO</div> <div>22/05/2018</div>

(já calculado)		
L_v	$L_v = L_b = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	5,33 E-05

Risco R_v de danos físicos centelhamentos perigosos por descargas nas linhas conectadas				
R_v	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação 11</i>	<i>R_v</i>
	1	Energia	$R_{v1} = (N_{L1} + N_{DJ1}) \times P_{v1} \times L_v$	1,23 E-08 / ano
	2	Sinal	$R_{v2} = (N_{L2} + N_{DJ2}) \times P_{v2} \times L_v$	5,17 E-09 / ano
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			


R_v	$R_v = R_{v1} + R_{v2} + R_{v3} + \dots$	1,75 E-08 / ano
-------	------------------------------------------	-----------------

A estrutura não possui risco de explosão, não é um hospital com equipamentos elétricos para salvar vidas ou a falha de seus sistemas internos não porá em risco a vida humana. Dessa forma, o valor do risco R1 é dado por:

$R1 = R_A + R_B + R_U + R_V$	2,43 E-07 / ano
------------------------------	-----------------

R4: RISCO DE PERDA DE VALORES ECONÔMICOS - ZONA: Salas/Laboratórios

O cálculo do risco R4 a seguir não leva em consideração o valor da estrutura, de seu conteúdo ou dos sistemas internos incluindo suas atividades. Foi utilizado o valor representativo para o risco tolerável R_T de acordo com o item 5.3 da ABNT NBR 5419-2:2015.

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

R_B (danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura)

Número de eventos perigosos para a estrutura (N_D)		
(já calculado)		
N_D	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	1,91 E-02 desc/ano


Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos (P_B)		
(já calculado)		
P_B	Estrutura protegida por SPDA Classe IV	0,2

Quantidade de perda L_B		
r_p	<i>Providências para redução de consequências de incêndios</i>	0,5
	Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	
r_f	<i>Risco de incêndio ou explosão na estrutura</i> Risco de incêndio normal	1,00 E-02
L_F	<i>Valores atingidos por danos físicos</i> Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial	2,00 E-01
L_B	$L_B = r_p \times r_f \times L_F$	1,00 E-03

R_B	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	3,81 E-06 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------

R_C (falhas de sistemas internos causadas por LEMP - descargas na estrutura)

Número de eventos perigosos para a estrutura (N_D)
(já calculado)

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018
N_D	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$		1,91 E-02 desc/ano

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar falha dos sistemas internos (P_C) (já calculado)	
$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}) \times \dots$	9,97 E-03

Quantidade de perda L_C		
L_0	Valores danificados por falha dos sistemas internos	1,00 E-03
	Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público	
L_C	$L_C = L_0$	1,00 E-03

R_C	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	1,90 E-07 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------


R_M (falhas de sistemas internos causadas por LEMP - descargas perto da est.)

Número de eventos perigosos por descargas perto da estrutura (N_M)		
(já calculado)		
N_M	$N_D = N_G \times A_M \times 10^{-6}$	3,94 E+00 desc/ano

Probabilidade de uma descarga atmosférica perto de uma estrutura causar falha dos sistemas internos (P_M) (já calculado)	
$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}) \times \dots$	3,60 E-05

Quantidade de perda L_M		
(já calculado)		
L_M	$L_M = L_C = L_0$	1,00 E-03

R_M	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	1,42 E-07 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------


	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163	
	PROJETO	SPDA - FAMMUC		EMISSION 22/05/2018

R_V (danos físicos causados por centelhamentos - descargas nas linhas)

Número de eventos perigosos por descargas na linha (N_L)		
(já calculado)		
Ver cálculo de R_U para R1 - Risco de perda de vida humana		
Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente (N_{DJ})		
(já calculado)		
Ver cálculo de R_U para R1 - Risco de perda de vida humana		
Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar danos físicos (P_V)		
(já calculado)		
Ver cálculo de R_V para R1 - Risco de perda de vida humana		
Quantidade de perda L_V		
(já calculado)		
L_V	$L_V = L_B = r_p \times r_f \times L_F$	1,00 E-03
R_V	$R_V = R_{V1} + R_{V2} + R_{V3} + \dots$	3,28 E-07 / ano

R_W (falhas de sistemas internos por sobretensões - descargas na linha)

Número de eventos perigosos por descargas na linha (N_L)		
(já calculado)		
Ver cálculo de R_U para R1 - Risco de perda de vida humana		
Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente (N_{DJ})		
(já calculado)		
Ver cálculo de R_U para R1 - Risco de perda de vida humana		
Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar falha dos sistemas		

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

internos (P_W)
(já calculado)
Ver cálculo de R_W para R1 - Risco de perda de vida humana

Quantidade de perda L_W		
(já calculado)		
L_W	$L_W = L_M = L_C = L_0$	1,00 E-03

R_W	$R_W = R_{W1} + R_{W2} + R_{W3} + \dots$	3,28 E-08 / ano
-------	------------------------------------------	-----------------

R_Z (falhas de sistemas internos por sobretensões - desc. próx. à linha)

Número de eventos perigosos por descargas perto da linha (N_I)
(já calculado)
Ver cálculo de R_Z para R1 - Risco de perda de vida humana


Probabilidade de uma descarga atmosférica perto de uma linha causar falha dos sistemas internos (P_Z)
(já calculado)
Ver cálculo de R_Z para R1 - Risco de perda de vida humana


Quantidade de perda L_Z		
(já calculado)		
L_Z	$L_Z = L_W = L_M = L_C = L_0$	1,00 E-03

R_Z	$R_Z = R_{Z1} + R_{Z2} + R_{Z3} + \dots$	2,76 E-07 / ano
-------	------------------------------------------	-----------------

A estrutura não possui animais que podem ser perdidos. Dessa forma, o valor do risco R_4 é dado por:

$R_4 = R_R + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$	1 78 E-06 / ano
-------------------------------------------	-----------------

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	
		EMIÇÃO	
		22/05/2018	
R4-RD-PRC-PRM-PRV-PRW-PRZ		4,70 L-00 / ano	

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163	
	PROJETO	SPDA - FAMMUC		EMISSÃO 22/05/2018


R1: RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA - ZONA: Corredores

R_A (ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico - desc. na est.)

Número de eventos perigosos para a estrutura (N _D)		
N _G	Densidade de descargas atmosféricas para a terra http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng	4,60 desc/km ² /ano
A _D	Área de exposição equivalente	4.589,78 m ²
	Prédio parte 2	
	L=12,23, W=11,76, H=10,25, Estrutura Complexa, HP=5,75	
C _D	Fator de localização da estrutura Cerc. por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5
N _D	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	1,06 E-02 desc/ano

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico (P _A)		
P _{TA}	Probabilidade de uma descarga em uma estrutura causar choque a seres vivos (tensões de toque e de passo)	1
	Nenhuma medida de proteção	
P _B	Probabilidade de uma descarga em uma estrutura causar danos físicos Estrutura protegida por SPDA Classe IV	0,2
P _A	$P_A = P_{TA} \times P_B$	2,00 E-01

Quantidade de perda L _A		
r _t	Tipo da superfície do solo ou piso	1,00 E-03
	Marmore, cerâmica	
L _T	Vítimas feridas por choque elétrico Todos os tipos	1,00 E-02
n _z	Número de pessoas na zona	140

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

n_t	Número total de pessoas na estrutura	750
t_z	Tempo total de pessoas presentes na zona (horas/ano)	5.840 h/ano
L_A	$L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	1,24 E-06


R_A	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	2,63 E-09 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------

R_B (danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura)

Número de eventos perigosos para a estrutura (N_D)		
(já calculado)		
N_D	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	1,06 E-02 desc/ano

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos (P_B)		
(já calculado)		
P_B	Estrutura protegida por SPDA Classe IV	0,2

Quantidade de perda L_B		
r_p	Providências para redução de consequências de incêndios	0,5
	Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	
r_f	Risco de incêndio ou explosão na estrutura Baixo risco de incêndio	1,00 E-03
h_z	Presença de perigo especial	1
	Sem perigo especial	
L_F	Número de vítimas por danos físicos Hospital, hotel, escola, edifício cívico	1,00 E-01


	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC		EMIÇÃO 22/05/2018

n_z	Número de pessoas na zona	140
n_t	Número total de pessoas na estrutura	750
t_z	Tempo total de pessoas presentes na zona (horas/ano)	5840
L_B	$L_B = r_p \times r_t \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	6,22 E-06

R_B	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	1,31 E-08 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------

R_U (ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico - desc. na linha)


Número de eventos perigosos por descargas na linha (N_L)				
N_G	Densidade de descargas atmosféricas para a terra http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng		4,60 desc/km ² /ano	
C_E	Fator ambiental (para todas as linhas) Urbano		0,1	
Linha	Tipo	A. exposição / Instalação / Tipo		Parâmetros
1	Energia	A_{L1}	A. de exposição equivalente da linha	600,00 m ²
Descrição		C_{I1}	Aéreo	1,00
LINHAS DE ENERGIA		C_{T1}	Linha de energia ou sinal	1,00
2	Sinal	A_{L2}	A. de exposição equivalente da linha	600,00 m ²
Descrição		C_{I2}	Aéreo	1,00
LINHAS DE SINAL		C_{T2}	Linha de energia ou sinal	1,00
3		A_{L3}	A. de exposição equivalente da linha	
Descrição		C_{I3}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T3}	Escolha um tipo de linha	
4		A_{L4}	A. de exposição equivalente da linha	
Descrição		C_{I4}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T4}	Escolha um tipo de linha	
5		A_{L5}	A. de exposição equivalente da linha	
Descrição		C_{I5}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T5}	Escolha um tipo de linha	
6		A_{L6}	A. de exposição equivalente da linha	
Descrição		C_{I6}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T6}	Escolha um tipo de linha	

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC		EMIÇÃO 22/05/2018

7		A_{L7}	<i>A. de exposição equivalente da linha</i>	
Descrição		C_{I7}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T7}	Escolha um tipo de linha	
8		A_{L8}	<i>A. de exposição equivalente da linha</i>	
Descrição		C_{I8}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T8}	Escolha um tipo de linha	
9		A_{L9}	<i>A. de exposição equivalente da linha</i>	
Descrição		C_{I9}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T9}	Escolha um tipo de linha	
10		A_{L10}	<i>A. de exposição equivalente da linha</i>	
Descrição		C_{I10}	Escolha um tipo de linha	
Escolha um tipo de linha		C_{T10}	Escolha um tipo de linha	


Número de eventos perigosos por descargas na linha (N_L)				
N_L	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação A.8</i>	N_L
	1	Energia	$N_{L1} = N_G \times A_{L1} \times C_{I1} \times C_{E1} \times C_{T1} \times 10^{-6}$	2,76 E-04
	2	Sinal	$N_{L2} = N_G \times A_{L2} \times C_{I2} \times C_{E2} \times C_{T2} \times 10^{-6}$	2,76 E-04
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente (N_{DJ})				
N_G	Densidade de descargas atmosféricas para a terra http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng			4,60 desc/km²/ano
<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Estrutura adjacente / Localização / Tipo</i>		<i>Parâmetros</i>
1	Energia	A_{DJ1}	Linha Elétrica	3.773,56 m²
Descrição		C_{DJ1}	Cercada por objetos mais altos	0,25
LINHAS DE ENERGIA		C_{T1}	Linha de energia ou sinal	1,00

	EMPRESA		ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR		ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL		REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL		regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO		SPDA - FAMMUC	EMIÇÃO 22/05/2018


2	Sinal	A _{DJ2}	Linha Telecom	1.444,39 m ²
<i>Descrição</i>		C _{DJ2}	Cercada por objetos mais altos	0,25
LINHAS DE SINAL		C _{T2}	Linha de energia ou sinal	1,00
3		A _{DJ3}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ3}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T3}	Escolha um tipo de linha	
4		A _{DJ4}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ4}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T4}	Escolha um tipo de linha	
5		A _{DJ5}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ5}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T5}	Escolha um tipo de linha	
6		A _{DJ6}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ6}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T6}	Escolha um tipo de linha	
7		A _{DJ7}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ7}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T7}	Escolha um tipo de linha	
8		A _{DJ8}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ8}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T8}	Escolha um tipo de linha	
9		A _{DJ9}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ9}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T9}	Escolha um tipo de linha	
10		A _{DJ10}		
<i>Descrição</i>		C _{DJ10}	Escolha um tipo de linha	
		C _{T10}	Escolha um tipo de linha	

Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente (N _{DJ})				
	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação A.5</i>	<i>N_{DJ}</i>
	1	Energia	$N_{DJ1} = N_G \times A_{DJ1} \times C_{DJ1} \times C_{T1} \times 10^{-6}$	4,34 E-03
	2	Sinal	$N_{DJ2} = N_G \times A_{DJ2} \times C_{DJ2} \times C_{T2} \times 10^{-6}$	1,66 E-03
	3			
	4			

		EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
		SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
		PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
		EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
		PROJETO	SPDA - FAMMUC		
				EMIÇÃO	22/05/2018
N _{DJ}	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico (P_U)

P _{TU}	Medidas de proteção contra tensões de toque			1	
	Nenhuma medida de proteção				
P _{EB}	DPS's na entrada de linha (ligações equipotenciais)			0,05	
	DPS's NP III-IV				
Linha	Tipo	Tipo de linha / U _w / Blindagem		Parâmetros	
1	Energia	Enterrada não blindada / Indefinida		C _{LD1}	1
Descrição		U _{w1}	1,0 kV	P _{LD1}	1,00
LINHAS DE ENERGIA		R _{S1}	Sem blindagem		
2	Sinal	Enterrada não blindada / Indefinida		C _{LD2}	1
Descrição		U _{w2}	1,0 kV	P _{LD2}	1,00
LINHAS DE SINAL		R _{S2}	Sem blindagem		
3		Escolha um tipo de linha		C _{LD3}	
Descrição		U _{w3}	Escolha um tipo de linha	P _{LD3}	
		R _{S3}	Não aplicável		
4		Escolha um tipo de linha		C _{LD4}	
Descrição		U _{w4}	Escolha um tipo de linha	P _{LD4}	
		R _{S4}	Não aplicável		
5		Escolha um tipo de linha		C _{LD5}	
Descrição		U _{w5}	Escolha um tipo de linha	P _{LD5}	
		R _{S5}	Não aplicável		
6		Escolha um tipo de linha		C _{LD6}	
Descrição		U _{w6}	Escolha um tipo de linha	P _{LD6}	
		R _{S6}	Não aplicável		
7		Escolha um tipo de linha		C _{LD7}	
Descrição		U _{w7}	Escolha um tipo de linha	P _{LD7}	

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC		EMIÇÃO 22/05/2018

		R_{S7}	Não aplicável	P_{LD7}	
8		Escolha um tipo de linha		C_{LD8}	
	<i>Descrição</i>	U_{W8}	Escolha um tipo de linha	P_{LD8}	
		R_{S8}	Não aplicável		
9		Escolha um tipo de linha		C_{LD9}	
	<i>Descrição</i>	U_{W9}	Escolha um tipo de linha	P_{LD9}	
		R_{S9}	Não aplicável		
10		Escolha um tipo de linha		C_{LD10}	
	<i>Descrição</i>	U_{W10}	Escolha um tipo de linha	P_{LD10}	
		R_{S10}	Não aplicável		


P_U	7			
Risco R_U de ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico por descargas nas				
R_U	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação 10</i>	R_U
N_{DJ}	5			
	6			
	10			

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar danos físicos (P_V)				
P_{EB}	DPS's na entrada de linha (ligações equipotenciais) DPS's NP III-IV			0,05
<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Tipo de linha / U_W / Blindagem</i>		<i>Parâmetros</i>
1	Energia	Enterrada não blindada / Indefinida		C_{LD1} 1
	<i>Descrição</i>	U_{W1}	1,0 kV	P_{LD1} 1,00
	LINHAS DE ENERGIA	R_{S1}	Sem blindagem	
2	Sinal	Enterrada não blindada / Indefinida		C_{LD2} 1
	<i>Descrição</i>	U_{W2}	1,0 kV	P_{LD2} 1,00
	LINHAS DE SINAL	R_{S2}	Sem blindagem	
3		Escolha um tipo de linha		C_{LD3}
	<i>Descrição</i>	U_{W3}		P_{LD3}
		R_{S3}	Não aplicável	
4		Escolha um tipo de linha		C_{LD4}
	<i>Descrição</i>	U_{W4}		P_{LD4}
		R_{S4}	Não aplicável	
5		Escolha um tipo de linha		C_{LD5}

		EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA		
		SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA		
		PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA		
		EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br		(48) 3255.3163
		PROJETO	SPDA - FAMMUC		
				EMIÇÃO	22/05/2018
<i>Descrição</i>		U_{W5}		P_{LD5}	
		R_{S5}	Não aplicável		
6		Escolha um tipo de linha		C_{LD6}	
<i>Descrição</i>		U_{W6}		P_{LD6}	
		R_{S6}	Não aplicável		
7		Escolha um tipo de linha		C_{LD7}	
<i>Descrição</i>		U_{W7}		P_{LD7}	
		R_{S7}	Não aplicável		
8		Escolha um tipo de linha		C_{LD8}	
<i>Descrição</i>		U_{W8}		P_{LD8}	
		R_{S8}	Não aplicável		
9		Escolha um tipo de linha		C_{LD9}	
<i>Descrição</i>		U_{W9}		P_{LD9}	
		R_{S9}	Não aplicável		
10		Escolha um tipo de linha		C_{LD10}	
<i>Descrição</i>		U_{W10}		P_{LD10}	
		R_{S10}	Não aplicável		

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar danos físicos (P_V)				
P_V	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação B.9</i>	P_V
	1	Energia	$P_{V1} = P_{EB} \times P_{LD1} \times C_{LD1}$	5,00 E-02
	2	Sinal	$P_{V2} = P_{EB} \times P_{LD2} \times C_{LD2}$	5,00 E-02
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Quantidade de perda L_V

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMIÇÃO 22/05/2018

(já calculado)		
L_v	$L_v = L_B = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	6,22 E-06

Risco R_v de danos físicos centelhamentos perigosos por descargas nas linhas conectadas				
R_v	<i>Linha</i>	<i>Tipo</i>	<i>Equação 11</i>	R_v
	1	Energia	$R_{v1} = (N_{L1} + N_{DJ1}) \times P_{V1} \times L_v$	1,44 E-09 / ano
	2	Sinal	$R_{v2} = (N_{L2} + N_{DJ2}) \times P_{V2} \times L_v$	6,03 E-10 / ano
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			


R_v	$R_v = R_{v1} + R_{v2} + R_{v3} + \dots$	2,04 E-09 / ano
-------	------------------------------------------	-----------------

A estrutura não possui risco de explosão, não é um hospital com equipamentos elétricos para salvar vidas ou a falha de seus sistemas internos não porá em risco a vida humana. Dessa forma, o valor do risco R1 é dado por:

$R1 = R_A + R_B + R_U + R_V$	1,82 E-08 / ano
------------------------------	-----------------

R4: RISCO DE PERDA DE VALORES ECONÔMICOS - ZONA: Corredores

O cálculo do risco R4 a seguir não leva em consideração o valor da estrutura, de seu conteúdo ou dos sistemas internos incluindo suas atividades. Foi utilizado o valor representativo para o risco tolerável R_T de acordo com o item 5.3 da ABNT NBR 5419-2:2015.

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

R_B (danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura)

Número de eventos perigosos para a estrutura (N_D)		
(já calculado)		
N_D	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	1,06 E-02 desc/ano


Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos (P_B)		
(já calculado)		
P_B	Estrutura protegida por SPDA Classe IV	0,2

Quantidade de perda L_B		
r_p	<i>Providências para redução de consequências de incêndios</i>	0,5
	Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	
r_f	<i>Risco de incêndio ou explosão na estrutura</i> Baixo risco de incêndio	1,00 E-03
L_F	<i>Valores atingidos por danos físicos</i>	1,00 E-01
	Outros	
L_B	$L_B = r_p \times r_f \times L_F$	5,00 E-05

R_B	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	1,06 E-07 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------

R_C (falhas de sistemas internos causadas por LEMP - descargas na estrutura)

Número de eventos perigosos para a estrutura (N_D)
(já calculado)

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018
N_D	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$		1,06 E-02 desc/ano

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar falha dos sistemas internos (P_C) (já calculado)	
$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}) \times \dots$	0,00 E+00

Quantidade de perda L_C		
L_0	Valores danificados por falha dos sistemas internos	1,00 E-04
	Outros	
L_C	$L_C = L_0$	1,00 E-04

R_C	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	0,00 E+00 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------


R_M (falhas de sistemas internos causadas por LEMP - descargas perto da est.)

Número de eventos perigosos por descargas perto da estrutura (N_M)		
(já calculado)		
N_M	$N_D = N_G \times A_M \times 10^{-6}$	3,72 E+00 desc/ano

Probabilidade de uma descarga atmosférica perto de uma estrutura causar falha dos sistemas internos (P_M) (já calculado)	
$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}) \times \dots$	0,00 E+00

Quantidade de perda L_M		
(já calculado)		
L_M	$L_M = L_C = L_0$	1,00 E-04

R_M	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	0,00 E+00 / ano
-------	-----------------------------------	-----------------

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

R_v (danos físicos causados por centelhamentos - descargas nas linhas)

Número de eventos perigosos por descargas na linha (N_L)
(já calculado)
Ver cálculo de R_U para R1 - Risco de perda de vida humana


Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente (N_{DJ})
(já calculado)
Ver cálculo de R_U para R1 - Risco de perda de vida humana

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar danos físicos (P_v)
(já calculado)
Ver cálculo de R_v para R1 - Risco de perda de vida humana

Quantidade de perda L_v
(já calculado)
L_v $L_v = L_B = r_p \times r_f \times L_F$ 5,00 E-05

R_v	$R_v = R_{v1} + R_{v2} + R_{v3} + \dots$	1,64 E-08 / ano
-------	------------------------------------------	-----------------

R_w (falhas de sistemas internos por sobretensões - descargas na linha)

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

Número de eventos perigosos por descargas na linha (N_L)
(já calculado)
Ver cálculo de R_U para R1 - Risco de perda de vida humana

Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente (N_{DJ})
(já calculado)
Ver cálculo de R_U para R1 - Risco de perda de vida humana

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha causar falha dos sistemas internos (P_W)
(já calculado)
Ver cálculo de R_W para R1 - Risco de perda de vida humana

Quantidade de perda L_W		
(já calculado)		
L_W	$L_W = L_M = L_C = L_0$	1,00 E-04


R_W	$R_W = R_{W1} + R_{W2} + R_{W3} + \dots$	
-------	------------------------------------------	--


R_Z (falhas de sistemas internos por sobretensões - desc. próx. à linha)

Número de eventos perigosos por descargas perto da linha (N_I)
(já calculado)
Ver cálculo de R_Z para R1 - Risco de perda de vida humana

Probabilidade de uma descarga atmosférica perto de uma linha causar falha dos sistemas internos (P_Z)
(já calculado)
Ver cálculo de R_Z para R1 - Risco de perda de vida humana

Quantidade de perda L_Z		
(já calculado)		
L_Z	$L_Z = L_W = L_M = L_C = L_0$	1,00 E-04

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	EMISSÃO 22/05/2018

	EMPRESA	ENGEDER ENGENHARIA E ARQUITETURA LTDA	
	SETOR	ENGENHARIA ELÉTRICA	
	PROFISSIONAL	REGIS DA SILVA	
	EMAIL/TEL	regis@engeder.com.br	(48) 3255.3163
	PROJETO	SPDA - FAMMUC	<div>EMIÇÃO</div> <div>22/05/2018</div>
R_z	$R_z = R_{z1} + R_{z2} + R_{z3} + \dots$		

A estrutura não possui animais que podem ser perdidos. Dessa forma, o valor do risco R4 é dado por:

$R4 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$	1,22 E-07 / ano
------------------------------------------	-----------------