

## RELATÓRIO DE ANÁLISE DE RISCO DE PDA

CLIENTE: <b>TAPERA – ARQUITETURA E PATRIMÔNIO CULTURAL</b>		
PROJETO: <b>CONSERVATÓRIO MUSICAL DE TATUI – UNIDADE 1</b>		
LOCAL: <b>Rua São Bento, 415, Centro, Tatuí, SP</b>		
Nº OBRA: <b>22.755</b>	DISCIPLINA: <b>PDA</b>	REVISÃO: <b>1</b>
ARQUIVO: <b>22755-AN_RISCO_UN1</b>	DATA: <b>03/10/22</b>	RESP. TÉCNICO: <b>P.D.A.</b>

### INDICE

1.	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>pag. 02</b>
2.	<b>SOFTWARE.....</b>	<b>pag. 02</b>
3.	<b>IDENTIFICAÇÃO DO TIPO DE PERDAS RELEVANTES .....</b>	<b>pag. 02</b>
4.	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E DE USO DAS EDIFICAÇÕES. ....</b>	<b>pag. 02</b>
5.	<b>INFLUÊNCIAS AMBIENTAIS .....</b>	<b>pag. 04</b>
5.1.	<b>Localização da edificação frente outras edificações .....</b>	<b>pag. 04</b>
5.2.	<b>Densidade de descargas atmosféricas do local .....</b>	<b>pag. 04</b>
5.3.	<b>Tipos de solo .....</b>	<b>pag. 04</b>
5.4.	<b>Risco de falhas de sistemas elétricos .....</b>	<b>pag. 04</b>
5.5.	<b>Risco de incêndio.....</b>	<b>pag. 04</b>
5.6.	<b>Perigo especial.....</b>	<b>pag. 04</b>
5.7.	<b>População da edificação .....</b>	<b>pag. 04</b>
5.8.	<b>Tempo de presença de pessoas na edificação .....</b>	<b>pag. 05</b>
6.	<b>ATRIBUTOS DAS LINHAS CONECTADAS À EDIFICAÇÃO .....</b>	<b>pag. 05</b>
7.	<b>ÁREA DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTE (A<sub>D</sub>) .....</b>	<b>pag. 05</b>
8.	<b>DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE PROTEÇÃO DA EDIFICAÇÃO ....</b>	<b>pag. 06</b>
9.	<b>SISTEMA FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>pag. 06</b>
10.	<b>CASOS ESTUDADOS .....</b>	<b>pag. 07</b>
11.	<b>RELATÓRIOS DA ANÁLISE DA EDIFICAÇÃO .....</b>	<b>pag. 08</b>
11.1.	<b>Relatório do caso base - (sem nenhuma medida de proteção) .....</b>	<b>pag. 08</b>
11.2	<b>Relatório do caso 1 (adotando medidas de proteção) .....</b>	<b>pag. 10</b>

## 1. OBJETIVO

O objetivo deste documento é apresentar os dados obtidos na análise de risco de PDA, para a Unidade 1 do Conservatório Musical de Tatuí (CMT), com endereço à Rua São Bento, 415, Centro, na cidade de Tatuí, SP.

## 2. SOFTWARE

A análise de risco de PDA desta edificação foi elaborada utilizando o software Tupan Plus, versão 2020, do IEE USP – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo.

## 3. IDENTIFICAÇÃO DO TIPO DE PERDAS RELEVANTES

Consideramos apenas as perdas do tipo  $L_1$ , ou seja, perda de vida humana ou ferimento permanentes, que geram o risco  $R_1$ .

Não foram consideradas as perdas do tipo  $L_2$  (perda de serviço público), pois não se trata de edificação de serviço público essencial.

Não foram consideradas as perdas do tipo  $L_3$  (perda de patrimônio cultural), pois não se trata de edificação que abriga museu ou galeria de arte, cujas peças no interior da edificação apresentam valor econômico relevante.

Não foram consideradas as perdas do tipo  $L_4$  (perda de valor econômico), pois não foi requerido pelo proprietário do imóvel e não se faz necessário.

Sendo assim as análises de risco levaram em conta apenas o risco  $R_1$ , cuja margem limite é  $10^{-5}$ .

## 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E DE USO DAS EDIFICAÇÕES

O CMT, nesta unidade 1, apresenta 3 blocos, porém foi elaborada a análise de risco apenas do Bloco 1 (Teatro), pois é a edificação de maior porte/mais alta e mediante o cálculo da área de exposição equivalente, observa-se que ela engloba as demais edificações.

A seguir apresentamos a descrição resumida dos blocos existentes no CMT.

### **Bloco 1: Teatro, administração, camarins e cabine primária**

Este bloco apresenta 4 pavimentos. O pavimento térreo abriga o Teatro, áreas de camarins e a cabine primária, em construções adjacentes. Os 1º e 2º pavimentos estão situados sobre o Foyer e abrigam salas de escritórios. O porão está situado sob o palco e é utilizado como depósito de material de apoio do palco.

As edificações são construídas em alvenaria e concreto. As coberturas do Teatro e da Cabine Primária são em laje de concreto e a cobertura dos camarins é em telha de fibrocimento.

Por ser uma edificação de forma complexa (não retangular) não será indicada a largura e comprimento dela, portanto o cálculo da área de exposição equivalente foi realizado manualmente.

O Teatro tem altura variável, mas consideramos de 20 metros a altura total da edificação, por ser esta a mais desfavorável.

## Bloco 2: Escritórios, Salão Villa Lobos e Piano

Este bloco apresenta 2 pavimentos. O pavimento térreo abriga escritórios administrativos e o Salão Villa Lobos. O pavimento superior abriga as salas de aula para piano, pavimento este denominado de Piano no CMT.

A edificação é construída em alvenaria e concreto, cobertura em telhas cerâmicas e de fibrocimento.

Por ser uma edificação de forma complexa (não retangular) não será indicada a largura e comprimento dela, portanto caso necessário, o cálculo da área de exposição equivalente será realizado manualmente.

Esta edificação apresenta altura variável (os camarins são mais baixos que o Salão Villa Lobos). Consideramos a altura deste bloco aquela do Salão Villa Lobos, de 9,15 metros, por ser esta a mais desfavorável.

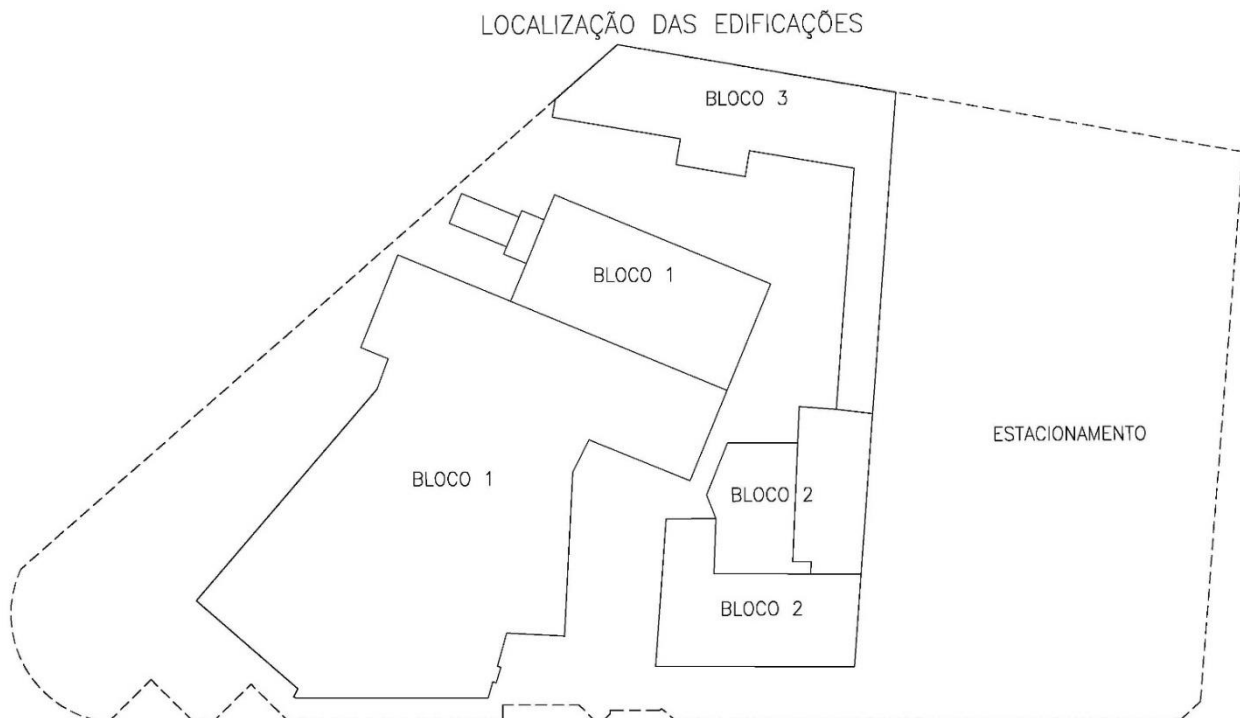
## Bloco 3: Salas de aula em geral

Este bloco apresenta 2 pavimentos e ambos os pavimentos abrigam apenas salas de aula.

A edificação é construída em alvenaria e concreto, cobertura em telhas de fibrocimento.

Por ser uma edificação de forma complexa (não retangular) não será indicada a largura e comprimento dela, portanto, caso necessário, o cálculo da área de exposição equivalente será realizado manualmente.

Esta edificação apresenta altura de 9,75 metros.



## **5. INFLUÊNCIAS AMBIENTAIS**

### **5.1. Localização da edificação frente outras edificações**

Consideramos a edificação localizada em área urbana, com objetos de mesma altura ou mais baixos.

### **5.2. Densidade de descargas atmosféricas do local ( $N_G$ )**

Mediante consulta à NBR-5419 e se valendo do próprio software mencionado, observa-se que o valor da densidade de descarga atmosféricas ( $N_G$ ) é de aproximadamente 8,6218 raios/km<sup>2</sup>/ano, para o local onde se localiza esta Unidade 1, do CMT

Não nos utilizamos do site do ELAT – Grupo de Eletricidade Atmosférica, pois os valores do  $N_G$  fornecidos neste site referem-se ao período compreendido entre 2016-2019 e o próprio site recomenda a utilização da NBR-5419.

### **5.3. Tipos de solo**

Áreas externas: agricultura e concreto

Teatro: carpete, na pior hipótese

Pavimentos: cerâmica

### **5.4. Risco de falhas de sistemas elétricos**

São locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vida humana.

### **5.5. Risco de incêndio**

Para esta edificação o risco de incêndio foi considerado normal, com carga de incêndio de 600 MJ/m<sup>2</sup>, conforme NT nº14/2019, do Corpo de Bombeiros (Edificações em geral / cinemas, teatros e similares).

### **5.6. Perigo especial**

Áreas externas: sem perigo especial

Teatro: médio nível de pânico

Pavimentos: baixo nível de pânico

### **5.7. População da edificação (Bloco 1)**

Consideramos a população do Bloco 1 (Teatro) conforme informações obtidas através do CMT.

2	pessoas na área externa
500	pessoas no Teatro
14	pessoas nas demais dependências
516	total de pessoas

## 5.8. Tempo de presença de pessoas nas edificações

O trabalho de escritórios se dá entre 8h e 18h, de 2ª a 6ª feira.

O Teatro usualmente tem funcionamento nos mesmos horários dos escritórios, porém se altera quando há espetáculos.

Para efeito desta análise consideramos uma situação mais conservadora, ou seja: Tempo de presença de pessoas, 8h e 18h, de 2ª feira a sábado, 12h/dia.

Período de 2 meses referentes a férias, sem presença de pessoas.

Sendo assim adotamos a seguinte equação:

$240 \text{ dias} \times 12\text{h/dia} = 2.880 \text{ horas/ano.}$

## 6. ATRIBUTOS DAS LINHAS CONECTADAS ÀS EDIFICAÇÕES

Linhas de energia que entram na edificação

- fator ambiental da linha: urbano
- em baixa tensão
- modo de instalação: enterrado
- DPS's: não existem
- fator ambiental da linha: urbano
- tensão suportável de impulso: 2,5kV
- fiação interna: não blindado, sem proteção contra laços

Linhas de telecomunicações que entram na edificação

- fator ambiental da linha: urbano
- modo de instalação: enterrado
- DPS's: não existem
- fator ambiental da linha: urbano
- tensão suportável de impulso: 1,5kV
- fiação interna: não blindado, sem proteção contra laços

## 7. ÁREA DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTE ( $A_D$ )

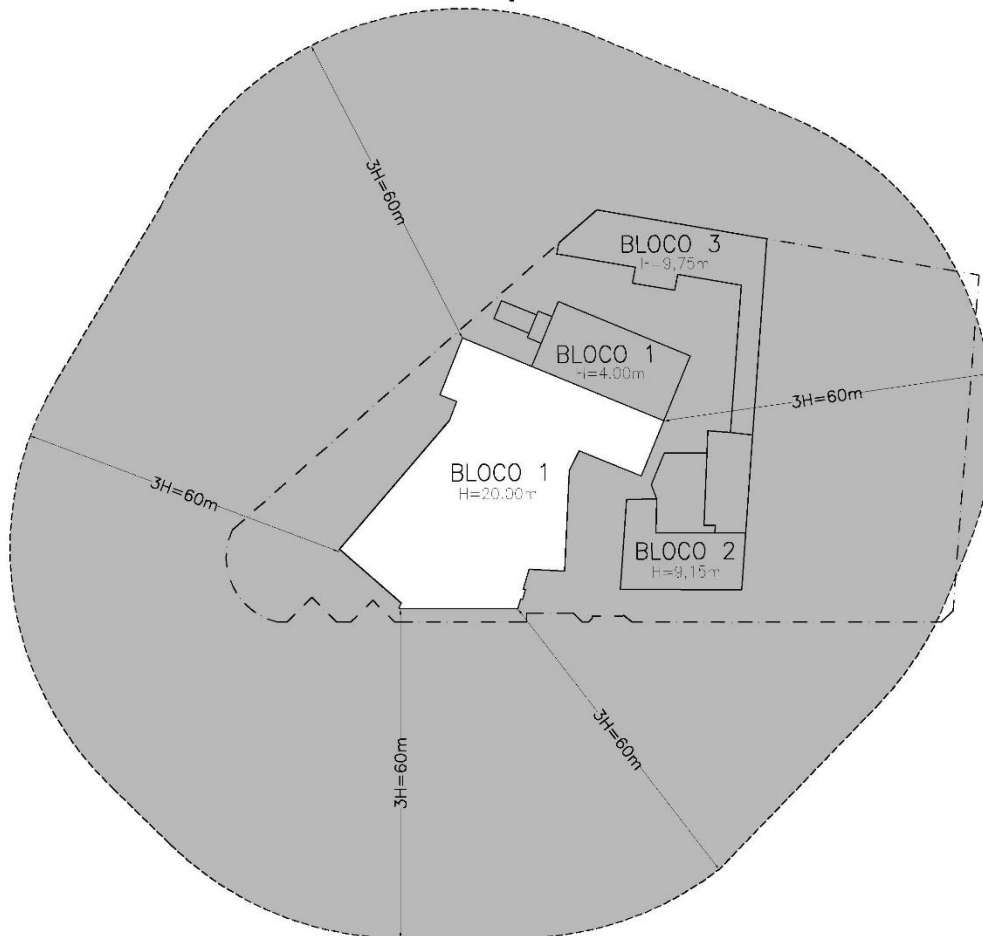
Conforme mencionado no item 4, o complexo possui 3 blocos.

Para determinação da área de exposição equivalente ( $A_D$ ) consideramos a estrutura mais alta, ou seja, o Bloco 1 (Teatro), pois a  $A_D$  deste bloco engloba as demais edificações.

O cálculo da área de exposição equivalente ( $A_D$ ) foi realizado manualmente, sem o auxílio do software. Para a figura da página seguinte, a  $A_D$  calculada foi de 21.600m<sup>2</sup>.

Consideramos uma  $A_D$  de estrutura adjacente, referente à cabine primária, calculada no valor de 1.400m<sup>2</sup>

## ÁREA DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTE



## 8. DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE PROTEÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Definimos 3 zonas de proteção conforme abaixo:

Z<sub>0</sub> áreas externas

Z<sub>1</sub> interior da edificação (pavimento térreo)

Z<sub>2</sub> interior da edificação (1º e 2º pavimentos)

A definição da zonas levou em conta o tipo de uso nas diversas áreas, as quais não são uniformes.

## 9. SISTEMA FOTOVOLTAICO

Recebemos a informação através do CMT que está em andamento a contratação da instalação de sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica nas coberturas dos 3 blocos.

Mesmo que a NBR 5419 não faça nenhuma menção ao tratamento do sistema fotovoltaico em relação ao SPDA, existem publicações internacionais, tais como a VDE alemã, que solicita a adoção de, no mínimo, o nível de proteção (NP) de classe III para o SPDA.

Desta forma preferimos adotar este NP III como o mínimo necessário para a edificação.

## 10. CASOS ESTUDADOS

Para efeito desta análise de risco foram estudados 2 casos, sendo:

### Caso Base

Denominamos de Caso Base a situação na qual a edificação não conta com nenhuma medida de proteção contra descargas atmosféricas.

### Caso 1

Denominamos de Caso 1 a situação na qual são adotadas as medidas de proteção contra descargas atmosféricas, necessárias para que os riscos calculados sejam toleráveis.

## 11. RELATÓRIOS DA ANÁLISE DA EDIFICAÇÃO DO BLOCO 1

### 11.1. Relatório do caso base - (sem nenhuma medida de proteção)

Projeto:	UNIDADE1	CASO BASE		
Dimensões da estrutura	ÁREA EXTERNA	TEATRO	PAVIMENTOS	
Zona:				
Área de exposição equivalente $A_D$ [m <sup>2</sup> ]	21600	21600		21600
<b>Influências ambientais</b>				
Localização ( $C_D$ ):	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos
Frequência de descarga para terra $N_G$ [1/km <sup>2</sup> /ano]:	8,621841583	8,621841583		8,621841583
Tipo de solo:	Agrícola, Concreto	Saibro, Carpete, Tapete	Mármore, Cerâmico	
Tipo de estrutura:	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	
Risco de incêndio ( $r_f$ ):	Incêndio Normal	Incêndio Normal	Incêndio Normal	
Perigo especial ( $h_z$ ):	Sem perigo especial	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)	Baixo nível de pânico (ex.: prédio com até 2 andares e quantidade de pessoas limitadas a 100)	
Número de pessoas na zona:	2	500		14
Serviços conectados:				
Largura da blindagem ou distância entre as descidas $w_1$ [m]	8,3333	8,3333		8,3333
Largura da blindagem ou distância entre as descidas $w_2$ [m]	8,3333	8,3333		8,3333
<b>Medidas de proteção</b>				
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):	sem SPDA	sem SPDA		sem SPDA
Meios para restringir as conseqüências de incêndio ( $r_p$ ):	Sem proteção	Sem proteção		Sem proteção
Contra tensão de toque ou passo na estrutura ( $P_{TA}$ ):	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção		Nenhuma medida de proteção
Contra tensão de toque ou passo na linha ( $P_{TA}$ ):	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção		Nenhuma medida de proteção
<b>Atributos da linha conectada:</b>				
<b>Linha de energia</b>				
Fator ambiental da linha:	Urbano	Urbano		Urbano
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços	Não blindado- sem precaução para evitar laços		Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	2,5kV	2,5kV		2,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS ( $P_{SPD}$ ):	Sem proteção coordenada com DPS	Sem proteção coordenada com DPS		Sem proteção coordenada com DPS
Modo de instalação da linha ( $C_i$ ):	Enterrado	Enterrado		Enterrado
<b>Linha de telecomunicação</b>				
Fator ambiental da linha:	Urbano	Urbano		Urbano
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços	Não blindado- sem precaução para evitar laços		Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	1,5kV	1,5kV		1,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS ( $P_{SPD}$ ):	Sem proteção coordenada com DPS	Sem proteção coordenada com DPS		Sem proteção coordenada com DPS
Modo de instalação da linha ( $C_i$ ):	Enterrado	Enterrado		Enterrado



Continuação

**Resultado**

Perda de vida humana R <sub>1</sub>	1,0218E-07	1,0648E-04	1,2040E-06
Avaliação de risco:	tolerável	intolerável	tolerável
Perda de serviço público R <sub>2</sub>	2,5749E-06	6,9551E-04	1,8387E-05
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda de herança cultural R <sub>3</sub>	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda econômica R <sub>4</sub>	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável

ENG. PASCOAL

Projeto avaliado por:

D'APRILE

Data da avaliação:

27/09/2022

Total:

Perda de vida humana R <sub>1</sub>	1,0778E-04
Perda de serviço público R <sub>2</sub>	7,1647E-04
Perda de herança cultural R <sub>3</sub>	0,0000E+00
Perda econômica R <sub>4</sub>	0,0000E+00

Verifica-se que o risco R<sub>1</sub> é intolerável e há necessidade de SPDA.

## 11.2. Relatório do caso 1 (adotando medidas de proteção)

Projeto:	UNIDADE1	CASO 1	
<b>Dimensões da estrutura</b>			
<b>Zona:</b>	ÁREA EXTERNA	TEATRO	PAVIMENTOS
Área de exposição equivalente $A_D$ [m <sup>2</sup> ]	21600	21600	21600
<b>Influências ambientais</b>			
	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos
Localização ( $c_D$ ):			
Frequência de descarga para terra $N_G$ [1/km <sup>2</sup> /ano]:	8,621841583	8,621841583	8,621841583
Tipo de solo:	Agrícola, Concreto	Saibro, Carpete, Tapete	Mármore, Cerâmico
	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas
Tipo de estrutura:			
Risco de incêndio ( $r_I$ ):	Incêndio Normal	Incêndio Normal	Incêndio Normal
		Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)	Baixo nível de pânico (ex.: prédio com até 2 andares e quantidade de pessoas limitadas a 100)
Perigo especial ( $h_z$ ):	Sem perigo especial	100 a 1000	
Número de pessoas na zona:	2	500	14
Serviços conectados:			
Largura da blindagem ou distância entre as descidas $w_1$ [m]	8,3333	8,3333	8,3333
Largura da blindagem ou distância entre as descidas $w_2$ [m]	8,3333	8,3333	8,3333
<b>Medidas de proteção</b>			
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):	Classe do SPDA III	Classe do SPDA III	Classe do SPDA III
	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo
Meios para restringir as conseqüências de incêndio ( $r_p$ ):			
Contra tensão de toque ou passo na estrutura ( $P_{TA}$ ):	Avisos de alerta	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção
Contra tensão de toque ou passo na linha ( $P_{TA}$ ):	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção
<b>Atributos da linha conectada:</b>			
<b>Linha de energia</b>			
Fator ambiental da linha:	Urbano	Urbano	Urbano
	Não blindado- sem precaução para evitar	Não blindado- sem precaução para evitar	Não blindado- sem precaução para evitar
Fiação interna:	laços	laços	laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	2,5kV	2,5kV	2,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS ( $P_{SPD}$ ):	III-IV	III-IV	III-IV
Modo de instalação da linha ( $C_I$ ):	Enterrado	Enterrado	Enterrado
<b>Linha de telecomunicação</b>			
Fator ambiental da linha:	Urbano	Urbano	Urbano
	Não blindado- sem precaução para evitar	Não blindado- sem precaução para evitar	Não blindado- sem precaução para evitar
Fiação interna:	laços	laços	laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	1,5kV	1,5kV	1,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS ( $P_{SPD}$ ):	III-IV	III-IV	III-IV
Modo de instalação da linha ( $C_I$ ):	Enterrado	Enterrado	Enterrado

Continuação

<b>Resultado</b>			
Perda de vida humana R <sub>1</sub>	3,7564E-09	4,5185E-06	5,1578E-08
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda de serviço público R <sub>2</sub>	1,2835E-07	3,4285E-05	9,1383E-07
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda de herança cultural R <sub>3</sub>	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda econômica R <sub>4</sub>	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável

ENG. PASCOAL

Projeto avaliado por:

D'APRILE

Data da avaliação:

03/10/2022

Total:

Perda de vida humana R <sub>1</sub>	4,5738E-06
Perda de serviço público R <sub>2</sub>	3,5327E-05
Perda de herança cultural R <sub>3</sub>	0,0000E+00
Perda econômica R <sub>4</sub>	0,0000E+00
Perdas para estrutura não protegida (unidades monetárias)	0,00
Perda residual para estrutura protegida (unidades monetárias)	0,00
Custo anual da proteção (unidades monetárias)	0,00
Economia anual (unidades monetárias)	0,00

As medidas de proteção adotadas foram:

- instalação de SPDA de classe III (mínimo sugerido quando há sistema fotovoltaico).
- ligação equipotencial para descargas atmosféricas na entrada da linha de energia da edificação (QGBT), com ligação da BEP ao anel de aterramento.
- instalação de extintores e alarmes manuais, rede de hidrantes, rotas de fuga e demais exigências do Corpo de Bombeiros (já existentes no CMT).
- instalação de DPS's coordenados no QGT (classe I) e demais quadros elétricos, onde necessário (classe II).

Observações referentes às medidas de proteção adotadas:

- Item a) – medida sugerida pela análise de risco.
- Item b) – medida obrigatória segundo a NBR-5419 e NBR-5410.
- Item c) – medida obrigatória segundo o Corpo de Bombeiros.
- Item d) – medida obrigatória segundo a NBR-5419 e NBR-5410.