

RELATÓRIO DE ANÁLISE DE RISCO DE PDA

CLIENTE: INSTITUTO ODEON		
OBRA: THEATRO MUNICIPAL DE SÃO PAULO		
LOCAL: Praça Ramos de Azevedo, s/nº, São Paulo, SP		
Nº OBRA: 18.707	DISCIPLINA: ELÉTRICA	REVISÃO: 2
ARQUIVO: CALC_PDA_EXEC_R2	DATA: 09/08/21	RESP. TÉCNICO: P.D.A.

INDICE

1.	Objetivo	pag. 02
2.	Software	pag. 02
3.	Casos estudados	pag. 02
4.	Identificação do tipo de perdas relevantes	pag. 02
5.	Definição das zonas de proteção da edificação	pag. 02
6.	Densidade de descargas atmosféricas	pag. 03
7.	Tempo de presença de pessoas na edificação.....	pag. 03
8.	População na edificação	pag. 03
9.	Linhas conectadas à edificação	pag. 03
10.	Risco de incêndio e perigo especial.....	pag. 03
11.	Relatório do caso base.....	pag. 04
12.	Relatório do caso 1.....	pag. 06

1. Objetivo

O objetivo deste documento é apresentar os dados obtidos na análise de risco de PDA para o Theatro Municipal de São Paulo.

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. 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 de descargas atmosféricas.

Caso 1

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

4. 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.

Sendo assim o cálculo de gerenciamento de risco levou em conta apenas o risco R_1 , cuja margem limite é 10^{-5} .

5. Definição das zonas de proteção da edificação

Sendo um edifício de 10 pavimentos (incluso o térreo) definimos 3 zonas de proteção conforme abaixo:

Z ₁	pavimento térreo (salão dos arcos e administração)
Z ₂	1º ao 7º pavimento (público e administração)
Z ₃	8º pavimento (ensaio de orquestra) e 9º pavimento (área técnica)

A definição das zonas levou em conta o tipo de uso dos pavimentos e a população a eles imputada.

6. Densidade de descargas atmosféricas

Mediante consulta à NBR-5419 observa-se que o valor da densidade de descarga atmosféricas (N_G) para o local onde encontra-se o edifício é de aproximadamente 11 raios/km²/ano.

7. Tempo de presença de pessoas na edificação

As atividades no teatro não são típicas, pois há eventos em diversos dias da semana, inclusive nos fins de semana. Também é variável a população de público (assistência) nos eventos.

Desta forma adotamos a seguinte equação para determinar o tempo de presença de pessoas por ano na edificação: 270 dias x 14 h/dia, o que nos leva a 3.780 horas.

8. População na edificação

Apesar de que a população de público (assistência) é variável, consideramos a população máxima admissível para efeito dos cálculos.

População admitida para as zonas:

Z_1 – 148 pessoas, Z_2 – 1.827 pessoas, Z_3 – 154 pessoas

No memorial descritivo (doc. MD-PDA-EXEC) consta a discriminação por área da população da edificação.

9. Linhas conectadas à edificação

A linha de energia conectada é em baixa tensão, instalação subterrânea, não blindada, sem precaução para evitar laços.

A linha de telecomunicações conectada é de instalação subterrânea, não blindada, sem precaução para evitar laços.

10. Risco de incêndio e perigo especial

Para as 3 zonas o risco de incêndio foi considerado normal.

Para as zonas Z_1 e Z_3 o nível de pânico foi considerado médio, porém para a zona Z_2 o nível de pânico foi considerado alto, por ser área de público.

11. Características e dimensões da edificação

Trata-se de uma edificação de grande porte, tombado pelo Patrimônio Histórico, com 9 pavimentos e pavimento térreo, de área construída de 17.885m², de área de cobertura de aproximadamente 3.320m², comprimento de 83m, largura de 42m, altura de 38m, construído no centro da cidade de São Paulo.

11. Relatório do caso base

Theatro Municipal de São Paulo **CASO BASE**

Projeto:

Dimensões da estrutura

Zona:

Área de exposição equivalente A_D [m²]

TÉRREO-Salão dos
Arcos e ADM

81765

1º ao 7º PAV.-Público e
ADM

81765

8º e 9º PAV.-Área
Técnica

81765

Influências ambientais

	Estrutura cercada por objetos maiores	Estrutura cercada por objetos maiores	Estrutura cercada por objetos maiores
Localização (c_D):			
Frequência de descarga para terra N_G [1/km ² /ano]:	11	11	11
Tipo de solo:	Mármore, Cerâmico	Mármore, Cerâmico	Asfalto, Linóleo, Madeira
	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_f):	Incêndio Normal	Incêndio Normal	Incêndio Normal
	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)	Alto nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas maior que 1000)	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)
Perigo especial (h_z):			
Número de pessoas na zona:	154	1827	154
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

Medidas de proteção

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

Atributos da linha conectada:

Linha de energia			
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m	Urban.com edifícios mais altos que 20m	Urban.com edifícios mais altos que 20m
	Não blindado- sem precaução para evitar laços	Não blindado- sem precaução para evitar laços	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Fiação interna:			
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	2,5kV	2,5kV	2,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	I	I	I
Modo de instalação da linha (C_i):	Enterrado	Enterrado	Enterrado
Linha de telecomunicação			
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m	Urban.com edifícios mais altos que 20m	Urban.com edifícios mais altos que 20m
	Não blindado- sem precaução para evitar laços	Não blindado- sem precaução para evitar laços	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Fiação interna:			
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	1,5kV	1,5kV	1,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	I	I	I
Modo de instalação da linha (C_i):	Enterrado	Enterrado	Enterrado

Continuação

Resultado

Perda de vida humana R ₁	1,7619E-05	4,1723E-04	1,7550E-05
Avaliação de risco:	intolerável	intolerável	intolerável
Perda de serviço público R ₂	9,5065E-06	2,0928E-04	9,5065E-06
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda de herança cultural R ₃	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda econômica R ₄	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável

Projeto avaliado por: Eng^o Pascoal D'Aprile
 Data da avaliação: 09/08/2021

Total:

Perda de vida humana R ₁	4,5240E-04
Perda de serviço público R ₂	2,2829E-04
Perda de herança cultural R ₃	0,0000E+00
Perda econômica R ₄	0,0000E+00

Verifica-se que o risco R₁ é intolerável e, portanto, deve-se verificar quais as medidas serão necessárias para que o risco seja tolerável.

Assim sendo, o caso 1 apresentado na página seguinte apresenta as medidas que devem ser aplicadas para que a edificação tenha um risco tolerável de PDA.

Ainda neste caso base, deve-se desconsiderar o risco R₂ indicado como intolerável, pois este risco não é aplicável a esta edificação.

12. Relatório do caso 1

Theatro Municipal de São Paulo CASO 1			
Projeto:			
Dimensões da estrutura			
Zona:	TERREO-Salão dos Arcos e ADM	1º ao 7º PAV.-Público e ADM	8º e 9º PAV.-Area Técnica
Área de exposição equivalente A_D [m ²]	81765	81765	81765
Influências ambientais			
Localização (c_D):	Estrutura cercada por objetos maiores	Estrutura cercada por objetos maiores	Estrutura cercada por objetos maiores
Frequência de descarga para terra N_G [1/km ² /ano]:	11	11	11
Tipo de solo:	Mármore, Cerâmico	Mármore, Cerâmico	Asfalto, Linóleo, Madeira
	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)	Alto nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas maior que 1000)	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)
Perigo especial (h_2):			
Número de pessoas na zona:	154	1827	154
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
Medidas de proteção			
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):	Classe do SPDA III	Classe do SPDA III	Classe do SPDA III
	Sistemas fixos de extintores automáticos ou alarmes automáticos	Sistemas fixos de extintores automáticos ou alarmes automáticos	Sistemas fixos de extintores automáticos ou alarmes automáticos
Meios para restringir as conseqüências de incêndio (r_p):	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de 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_{TL}):	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção	Nenhuma medida de proteção
Atributos da linha conectada:			
Linha de energia			
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m	Urban.com edifícios mais altos que 20m	Urban.com edifícios mais altos que 20m
	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}):	I	I	I
Modo de instalação da linha (C_I):	Enterrado	Enterrado	Enterrado
Linha de telecomunicação			
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m	Urban.com edifícios mais altos que 20m	Urban.com edifícios mais altos que 20m
	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}):	I	I	I
Modo de instalação da linha (C_I):	Enterrado	Enterrado	Enterrado

Continuação

Resultado

Perda de vida humana R_1	3,5864E-07	8,4260E-06	3,5167E-07
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda de serviço público R_2	1,5355E-06	2,0150E-05	1,5355E-06
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda de herança cultural R_3	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável
Perda econômica R_4	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável	tolerável	tolerável

Projeto avaliado por: Engº Pascoal D'Aprile
 Data da avaliação: 09/08/2021

Total:	
Perda de vida humana R_1	9,1363E-06
Perda de serviço público R_2	2,3221E-05
Perda de herança cultural R_3	0,0000E+00
Perda econômica R_4	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

Para se obter o risco R_1 abaixo dos limites toleráveis pela NBR-5419 foram selecionadas medidas de proteção, conforme abaixo:

- instalação de SPDA de classe III, reduzindo o componente R_B por meio da probabilidade P_B .
- ligação equipotencial para descargas atmosféricas na entrada de energia (obrigatória), e na entrada de linhas de sinal, reduzindo os componentes R_U e R_V por meio da probabilidade P_{EB} .
- fornecendo às zonas alguns sistemas de proteção contra as consequências de fogo, tais como sistema de hidrantes e sistema automático de detecção e alarme de incêndio (obrigatórios para este tipo de edificação, perante o Corpo de Bombeiros), reduzindo os componentes R_B e R_V , por meio do fator r_p .