



CLIENTE

**FUNDAÇÃO FLORESTAL**

OBRA

**ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE RESTAURO – PESM – NÚCLEO ITUTINGA  
PILÕES – CAMINHOS DO MAR**

LOCAL

Rodovia SP-148, Estrada Caminho do Mar, Km 51, Cubatão - SP

ASSUNTO

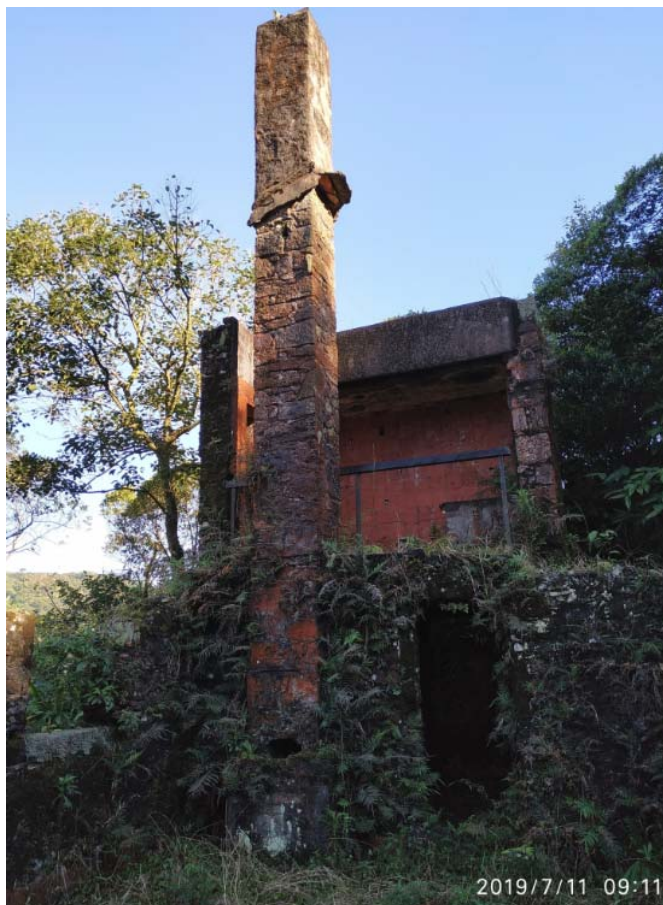
**MEMORIAL DE CÁLCULO - SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS  
PROJETO EXECUTIVO – RUÍNA**

REVISÃO	PROJETISTA	DATA	ETAPA	APROVAÇÃO
02	Eng. Marcos Soares	10/2019	PE	Luis Antonio Pupinski
01	Eng. Marcos Soares	08/10/2019	PE	Luis Antonio Pupinski
00	Eng. Marcos Soares	30/09/2019	PE	Luis Antonio Pupinski



## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	3
2	NORMAS E ESPECIFICAÇÕES .....	4
3	DESENVOLVIMENTO .....	4
3.1	CAPTAÇÃO .....	4
3.2	DESCIDAS .....	6
3.3	ATERRAMENTO .....	7



JULHO / 2019

## 1 INTRODUÇÃO

O presente memorial refere-se ao projeto de instalações de sistema de proteção contra descargas atmosféricas e tem como objetivo fornecer o Memorial de Cálculo para o Projeto Executivo de SPDA do monumento Ruína, parte integrante do Projeto Executivo de Restauro da PESM, Núcleo Itutinga Pilões – Caminhos do Mar, localizado na Rodovia SP-148, Estrada Caminho do Mar, Km 51, Cubatão – SP.

De momento não foram constatados nenhum tipo de instalação de SPDA ou forma de proteção similares para a edificação e seus arredores, conforme constados na foto acima sobre a edificação.



## 2 NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Para o desenvolvimento das soluções apresentadas foram observadas as normas a seguir relacionadas:

ABNT NBR 5419: Proteção contra descargas atmosféricas, 2015.

NR 10: Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho – Instalações e Serviços em Eletricidade.

## 3 DESENVOLVIMENTO

Para os cálculos seguintes foi adotado o Nível I de Proteção de SPDA para o monumento em questão, devido a considerável afluência de público, risco de grandes perdas materiais/históricos e por se tratar de uma edificação em meio a uma área de preservação ambiental, tendo muitas árvores nos seus arredores.

### 3.1 CAPTAÇÃO

Foi definido para esta edificação o método misto de proteção por Franklin e Gaiola de Faraday. No gráfico do ângulo  $\alpha$  (ângulo de proteção gerado a partir do topo do captor) na NBR-5419, consta para o Nível I e altura do mastro acima do plano de referência sendo como 3 metros, que o ângulo de proteção gerado pelo captor é aproximadamente  $66^\circ$ . A edificação a ser protegida possui, aproximadamente  $76,7 \text{ m}^2$  de área na cobertura. Para o cálculo do raio da área da base do cone que será protegida, segue a fórmula:

$$R_p = h_m \times tg(\alpha)$$



Onde: RP = raio da base do cone de proteção; hm = altura de um mastro acima do plano de referência e  $\alpha$  = ângulo de proteção em graus.

Portanto, teremos:

$$R_p = 3 \times \operatorname{tg}(66^\circ) \rightarrow R_p = 6,73m$$

Portanto, o cone de proteção projetado pelo captor protege até 6,73 metros. O raio máximo (partindo do ponto mais ao centro do plano de referência até a extremidade mais longe) da edificação é 7,48m, portanto dois captores com 3 metros de altura atendem as necessidades. Foram locados o mais alto possível, um em uma coluna próximo da escada de acesso e o outro em uma coluna próximo a edificação do sanitário, afim de proteger todas as extensões da cobertura e da edificação. Nota-se que apenas um captor de 6 metros atenderia as necessidades, mas devido a cobertura do monumento ser de vidro, não seria possível instalá-lo no centro da edificação, visto que para proteger toda a área da cobertura, o mesmo deveria ser instalado centralizado.

Somado aos captores foi feito uma malha de Gaiola de Faraday. Na tabela das malhas (afastamento máximo entre os condutores da malha) na NBR-5419, consta para o Nível I, 5x5 metros de espaçamento máximo. Para o cálculo da quantidade de condutores da malha segue a fórmula:

$$N_c = \frac{L}{M} + 1$$

Onde: Nc = Número de condutores da malha; L = Comprimento de um dos lados e  
M = Espaçamento máximo entre os condutores da malha definida na NBR 5419.

Portanto, teremos:



$$N_{c1} = \frac{14,05}{5} + 1 \rightarrow N_{c1} = 3,81; \text{ arredondando: } N_{c1} = 4$$

$$N_{c2} = \frac{5,92}{5} + 1 \rightarrow N_{c2} = 2,19; \text{ arredondando: } N_{c2} = 3$$

Portanto, a edificação deverá possuir 4 condutores de malha espaçados regularmente no eixo de comprimento e 3 condutores no eixo de largura. O condutor escolhido deverá ser a barra chata de alumínio 7/8" x 1/8". Foi feito também, o fechamento do anel superior, na borda da cobertura em barra chata de alumínio 7/8" x 1/8".

### 3.2 DESCIDAS

Na tabela de espaçamento médio na NBR-5419, consta para o Nível I, 10 metros de espaçamento com tolerância máxima de 20%. A edificação a ser protegida possui, aproximadamente 40 metros de perímetro. Para o cálculo da quantidade de descidas segue a fórmula:

$$N_d = \frac{P}{D}$$

Onde:  $N_d$  = Número de descidas;  $P$  = Perímetro da edificação a ser protegida e  
 $D$  = Espaçamento médio definido por tabela da NBR 5419.

Portanto, teremos:

$$N_d = \frac{40}{10} \rightarrow N_d = 4$$

Portanto, a edificação deverá possuir 4 descidas no mínimo. O material escolhido foi a barra chata de alumínio 7/8" x 1/8", descendo até no máximo a 2,5 metros do solo, convertendo a barra de alumínio em cabo de cobre nú 35mm<sup>2</sup>, isolado e protegido por



eletroduto rígido de PVC 1.1/2" até o solo, de onde seguirá até as caixas de inspeção com hastes de aterramento. Foi adicionado uma descida para a edificação do sanitário. Foi adotado um mini-captor para cada 5 metros de perímetro, sendo distribuídos preferencialmente, nas quinas e cruzamentos das barras (totalizando um mínimo de 13).

### 3.3 ATERRAMENTO

Para o aterramento, de forma geral, foi adotado uma caixa de inspeção com haste de aterramento próximos as descidas de cobre nu 35mm<sup>2</sup> e onde mais foi necessário. O anel principal de interligação e aterramento, de acordo com a NBR 5419, deverá ser de cobre nu 50mm<sup>2</sup>. O anel de aterramento foi distanciado em, no mínimo, 1 metro da edificação onde foi possível, afim de se preservar as estruturas históricas da edificação. O anel de aterramento deverá estar enterrado a no mínimo 0,50 metros de profundidade. Todas as carcaças de equipamentos ou estruturas compostas por materiais condutores que se encontram ao tempo, deverão ser interligados ao anel de aterramento (quando no solo, se estiverem na cobertura, deverão ser interligados no anel superior de captação) através de cabos de 16mm<sup>2</sup> cobre nu.

São Paulo, outubro de 2019.

---

OFFICEPLAN Planejamento e Gerenciamento

Arq. Luis Antonio Pupinski

CAU A31161-8

---

OFFICEPLAN Planejamento e Gerenciamento

Eng. Marcos Soares Joaquim

CREA 5060651815