



**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**  
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias  
Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

**Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste**

## **MEMÓRIA DE CÁLCULO**

### ***CÁLCULOS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA) DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2***

**1230-MMO-2620-60-08-003-R01**  
**RECIFE-PE**

**C O N S Ó R C I O**

**TECHNE • PROJETEC • BRLi**

**Julho - 2010**





## **MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**

Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com  
Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

**Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste**

# **MEMÓRIA DE CÁLCULO**

## ***CÁLCULOS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICA (SPDA) DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2***

1230-MMO-2620-60-08-003-R01  
RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O



TECHNE • PROJETEC • BRLi

**Julho- 2010**



<b>Título</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CÁLCULOS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICA (SPDA) DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO EBV-2</b>																									<b>Número</b> <b>1230-MMO-2620-60-08-003</b>										<b>Folha 1/1</b>				
Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada																																							
Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7				
1									36									71								106													
2		X							37									72								107													
3									38									73								108													
4									39									74								109													
5									40									75								110													
6									41									76								111													
7									42									77								112													
8									43									78								113													
9									44									79								114													
10									45									80								115													
11									46									81								116													
12									47									82								117													
13									48									83								118													
14									49									84								119													
15									50									85								120													
16									51									86								121													
17									52									87								122													
18									53									88								123													
19									54									89								124													
20									55									90								125													
21									56									91								126													
22									57									92								127													
23									58									93								128													
24									59									94								129													
25									60									95								130													
26									61									96								131													
27									62									97								132													
28									63									98								133													
29									64									99								134													
30									65									100								135													
31									66									101								136													
32									67									102								137													
33									68									103								138													
34									69									104								139													
35									70									105								140													

01	4/8/2010	Ilton Silveira	C		Revisão no subtítulo 2.5 e Inserção do Nº da ATA 0714
00	5/7/2010	Ilton Silveira	C		Emissão Inicial

Rev.	Data	Por	Em.	Aprov.	Descrição das revisões
<b>TIPO DE EMISSÃO</b>					
(A) Preliminar			(E) Para Construção		(I) de Trabalho
(B) Para Aprovação			(F) Conforme Comprado		( )
(C) Para Conhecimento			(G) Conforme Construído		( )
(D) Para Cotação			(H) Cancelado		( )

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>CRITÉRIOS E METODOLOGIAS ADOTADOS .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>CÁLCULOS DO SISTEMA SPDA .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1</b>	<b>CÁLCULO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO AE .....</b>	<b>1</b>
<b>2.2</b>	<b>CÁLCULO DA DENSIDADE DE DESCARGA NA REGIÃO NG.....</b>	<b>1</b>
<b>2.3</b>	<b>CÁLCULO DA FREQUÊNCIA MÉDIA ANUAL PREVISÍVEL ND .....</b>	<b>2</b>
<b>2.4</b>	<b>AValiação DO RISCO DA INSTALAÇÃO E DEFINIÇÃO DA NECESSIDADE DO SPDA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.5</b>	<b>CÁLCULO DO RAIO DA ESFERA E ALCANCE A.....</b>	<b>2</b>

## 1. OBJETIVO

O objetivo desta Memória de Cálculo é apresentar os cálculos para o dimensionamento do raio de alcance dos pára raios para proteção contra descargas atmosférica sobre a Estação de Bombeamento EBV-2.

### 1.1 CRITÉRIOS E METODOLOGIAS ADOTADOS

- a) Para a verificação da necessidade da proteção descrita acima foi considerado o que segue:
- Tipo de ocupação  $A=1$  (Estação de Bombeamento de água);
  - Tipo de construção da estrutura  $B= 0,4$  (Estrutura de concreto);
  - Conteúdo da estrutura e efeitos  $C=1$  (Estação);
  - Localização da estrutura  $D= 2$  (Estrutura isolada);
  - Topografia da região  $E= 0,3$  (Planície).
- b) Foi considerado o índice isoceráunico de 60 trovoadas por ano, escolhido a partir do mapa isoceráunico do Estado de Pernambuco.
- c) Foi considerado o nível máximo de proteção definido na NBR 5419 (Nível I/98%).
- d) Para os cálculos estamos considerando o método EGM - Eletro Geométrico (também denominado método da esfera rolante).

## 2. CÁLCULOS DO SISTEMA SPDA

### 2.1 CÁLCULO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO $A_e$

$A_e = L \times W + 2 \times L \times H + 2 \times W \times H + 3,14159 \times H^2$  onde:

$L$  = comprimento da cobertura da EBV-2 = 39,16 m.

$W$  = largura da cobertura da EBV-2 = 17,50 m.

$H$  = altura da cobertura da EBV-1 = 20,50 m.

Substituindo os valores:  $A_e = 39,16 \times 17,5 + 2 \times 39,16 \times 20,5 + 2 \times 17,5 \times 20,5 + 3,14159 \times (20,5)^2 = 4328,61 \text{ m}^2$ .

### 2.2 CÁLCULO DA DENSIDADE DE DESCARGA NA REGIÃO $N_g$

$N_g = 0,04 \times (T_d)^{1,25}$  (trovoadas/km<sup>2</sup>/ano) onde  $T_d = 60$  é o índice isoceráunico da região (trovoadas/ano).

Substituindo os valores temos:  $N_g = 0,04 \times (60)^{1,25} = 6,6796$ .

## 2.3 CÁLCULO DA FREQUÊNCIA MÉDIA ANUAL PREVISÍVEL Nd

$$Nd = Ng \times Ae(10)^{-6} = 6,6796 \times 4328,61 \times (10)^{-6} = 28,91 \times (10)^{-3}.$$

A probabilidade de cair um raio é igual a:  $1000/28,91 = 34$  ou seja a cada 34 anos deverá cair um raio sobre a EBV-2.

## 2.4 AVALIAÇÃO DO RISCO DA INSTALAÇÃO E DEFINIÇÃO DA NECESSIDADE DO SPDA

$$Ndc = \text{avaliação de risco} = Nd \times A \times B \times C \times D \times E = 28,91 \times (10)^{-3} \times 1 \times 0,4 \times 1 \times 2 \times 0,3 = 8,5 \times (10)^{-3} = 6,9/1000.$$

De acordo com a norma citada quando o Ndc é maior que 1/1000 fica caracterizada a necessidade de instalação do sistema SPDA.

## 2.5 CÁLCULO DO RAIOS DA ESFERA E ALCANCE a

Dados para o cálculo do raio da esfera e alcance:

H=altura do edifício= 20,5m.

Hm=altura do mastro do pára raio= 3 m.

Hc=altura total do captor=H+Hm= 23,5 m.

Hp=altura de proteção= 2m.

$h = Hc - Hp = 21,5$  onde Hp é a altura de proteção (uma pessoa de 2 m da altura) e h é a altura virtual do captor.

Ra=raio imaginário do Nível I=20 m.

$$\text{Alcance } a = \sqrt{h(2Ra - h)} = \sqrt{(21,5 \times (2 \times 20 - 21,5))} = 20 \text{ m.}$$

⇒ **Notas:**

- I. Para a cobertura de proteção da instalação deverão ser utilizados dois captors na cobertura.
- II. Os cabos de descida dos pára raios serão de cobre nu com seção de 70 mm<sup>2</sup> conectado à malha de terra projetada.