


|   |                   |   |   |        |
|---|-------------------|---|---|--------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |        |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |        |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |        |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |        |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |        |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |        |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |        |
| Classificação:  | Público           |   |   |        |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA</b><br><b>PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752</b><br><b>MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA</b><br><b>MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |        |
|   |                   |   | SE32752   |        |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA |
|   |                   |   | HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002   | 1/13   |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.   |
|   |                   |   | N023500-E-1MD006  | 01     |

## REVISÕES

[illegible]

|   |                   |   |   |             |
|---|-------------------|---|---|-------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |             |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |             |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |             |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |             |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |             |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |             |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |             |
| Classificação:  | Público           |   |   |             |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |             |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |             |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA      |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>2/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.        |
| <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>         |   |   |             |

## ÍNDICE

| <u>ITEM</u> | <u>DESCRIÇÃO</u>                   | <u>PÁGINA</u> |
|-------------|------------------------------------|---------------|
|             | <b>REVISÕES</b>                    | <b>1</b>      |
| <b>1.0</b>  | <b>OBJETIVO</b>                    | <b>3</b>      |
| <b>2.0</b>  | <b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b>    | <b>3</b>      |
| <b>3.0</b>  | <b>INTRODUÇÃO</b>                  | <b>3</b>      |
| <b>4.0</b>  | <b>MEMÓRIA DESCRITIVA</b>          | <b>4</b>      |
| 4.1         | SISTEMA DE ATERRAMENTO E SPDA      | 4             |
| 4.2         | GERENCIAMENTO DE RISCO             | 5             |
| 4.2.1       | PREMISSAS                          | 5             |
| 4.2.2       | OBJETIVOS                          | 5             |
| 4.2.3       | METODOLOGIA                        | 5             |
| 4.2.4       | DESCRIÇÃO                          | 6             |
| 4.2.5       | DADOS DA ÁREA DO PROJETO           | 6             |
| 4.2.6       | VERIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DO SPDA | 7             |
| 4.3         | ANÁLISE DE RISCO                   | 9             |
| 4.4         | CONSIDERAÇÕES FINAIS               | 13            |
| 4.5         | CONCLUSÃO                          | 13            |

|   |                   |   |   |             |
|---|-------------------|---|---|-------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |             |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |             |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |             |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |             |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |             |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |             |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |             |
| Classificação:  | Público           |   |   |             |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |             |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |             |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA      |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>3/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.        |
| <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>         |   |   |             |

## 1.0 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar à Fundação Renova o Memorial Descritivo do projeto do sistema de aterramento e SPDA dos pórticos giratórios da Captação de Água Bruta (EAB) de Tumiritinga-MG.

## 2.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Serviram como base de referência para a elaboração deste Memorial, os seguintes desenhos de projeto da Captação de Água Bruta de Tumirintiga-MG:

N023500-R-100073 - MELHORIAS ETA - ARRANJO GERAL CAPTAÇÃO

N023500-E-100039 - SISTEMA DE ATERRAMENTO E SPDA



## 3.0 INTRODUÇÃO

O projeto visa elaborar a disposição do arranjo do sistema de aterramento e da proteção contra descargas atmosféricas na captação de água bruta do Sistema de Abastecimento de Água na localidade de Tumiritinga/MG, atendendo à solicitação de engenharia SE32752 emitida pela Fundação Renova.

Fazem parte do escopo deste projeto elétrico os seguintes elementos:

- Projeto do Sistema de Aterramento e SPDA.

Todos os elementos projetados foram contemplados com os detalhes necessários.

|   |                   |   |   |             |
|---|-------------------|---|---|-------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |             |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |             |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |             |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |             |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |             |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |             |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |             |
| Classificação:  | Público           |   |   |             |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |             |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |             |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA      |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>4/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.        |
|   |                   |   | <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>   |

## 4.0 MEMÓRIA DESCRITIVA

### 4.1 SISTEMA DE ATERRAMENTO E SPDA

Para a proteção contra as descargas atmosféricas, foi utilizado os conceitos da NBR 5419 e as normas internacionais vigentes, que utilizam descidas naturais, ou seja, aproveitando à estrutura da edificação como meio de condução e escoamento das descargas atmosféricas.

De acordo com a norma NBR 5419-3, o grau de proteção que se enquadra o presente projeto foi definido como nível de III, ou seja, Classe de SPDA 3, para proteção em conformidade com a norma supracitada.

No topo de cada pórtico foi projetado um sistema de captação das descargas atmosféricas, com captor aéreo tipo minicaptor, formando um ângulo de proteção, protegendo todo o volume interno.

As cordoalhas foram conectada às descidas externas, para a interligação com o sistema de aterramento projetado, o qual é composto por diversas malhas de cabo de cobre e hastes de aterramento embutidos no solo, interligando todas as hastes e pontos de descidas, equalizando o potencial, seção dos condutores indicadas no projeto.

As hastes de aterramento são de 3/8"x3,0m alta camada, tipo Copperweld conforme projeto.

As conexões foram feitas com solda exotérmica entre cabos, assim como também, entre hastes e cabos.

O aterramento foi executado com cabo de cobre nú interligando as hastes de terra e consequentemente às demais ligações equipotenciais; cabos enterrados a, no mínimo, 60cm de profundidade.

Todos os detalhes de execução estão mostrados nas pranchas do projeto.

|   |                   |   |   |             |
|---|-------------------|---|---|-------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |             |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |             |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |             |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |             |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |             |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |             |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |             |
| Classificação:  | Público           |   |   |             |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |             |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |             |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA      |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>5/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.        |
|   |                   |   | <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>   |

## 4.2 GERENCIAMENTO DE RISCO

### 4.2.1 PREMISSAS

A avaliação de gerenciamento de risco será realizada primeiramente considerando que a linha de vida não possui sistema de proteção contra descargas atmosféricas, SPDA, e medidas de proteção contra surtos, MPS. Após a primeira análise, caso o local necessite de proteção, será realizada a avaliação novamente considerando a menor proteção sugerida até que esta atenda as exigências da norma NBR-5419.

### 4.2.2 OBJETIVOS

O SPDA é um sistema completo destinado a proteger uma construção ou estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. O projeto em epígrafe será de um sistema externo destinados a interceptar as descargas atmosféricas.

### 4.2.3 METODOLOGIA

O Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas foi projetado atendendo a norma NBR-5419-2015: Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas

NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 1: Princípios Gerais.

NBR-5419-2/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de Risco

NBR-5419-3/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 3: Danos Físicos a Estrutura e Perigos a Vida.

NBR-5419-4/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 4: Sistema Elétrica e Eletrônicos Internos na Estrutura.

|   |                   |   |   |             |
|---|-------------------|---|---|-------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |             |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |             |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |             |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |             |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |             |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |             |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |             |
| Classificação:  | Público           |   |   |             |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |             |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |             |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA      |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>6/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.        |
|   |                   |   | <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>   |

#### 4.2.4 DESCRIÇÃO

Para a proteção contra as descargas atmosféricas, foi utilizado os conceitos da NBR 5419 e as normas internacionais vigentes, que utilizam descida externa à estrutura da edificação como meio de condução e escoamento das descargas atmosféricas.

De acordo com a norma NBR 5419, o grau de proteção que se enquadra o presente projeto foi definido como nível de III para proteção em conformidade com a tabela B.6 da norma supracitada.

#### 4.2.5 DADOS DA ÁREA DO PROJETO

Para este estudo será considerado que a área avaliada é uma barragem de rejeito localizada em um terreno sem estruturas nas redondezas. Para os cálculos foi utilizado a densidade de descarga atmosférica para a terra  $NG = 1,47$  ( $1/\text{km}^2/\text{ano}$ ), que corresponde a unidade operacional em Tumiritinga, conforme anexo F da NBR 5419-2.

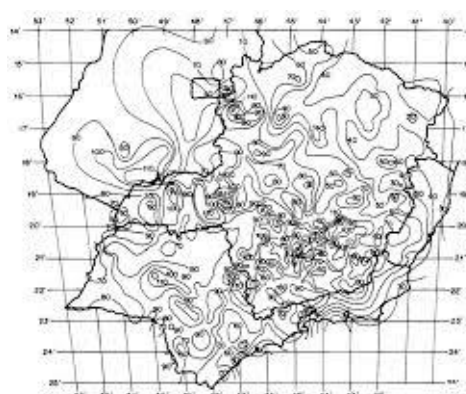


Figura 1 – Mapa isoceraunico da região Sudeste.

Para à análise será considerada a área total da captação onde será instalado o pré-cloro, sendo:

|   |                   |   |   |             |
|---|-------------------|---|---|-------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |             |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |             |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |             |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |             |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |             |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |             |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |             |
| Classificação:  | Público           |   |   |             |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA</b><br><b>PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752</b><br><b>MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA</b><br><b>MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |             |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |             |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA      |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>7/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.        |
|   |                   |   | <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>   |

- Área
  - Z<sub>1</sub> – CAPTAÇÃO

Abaixo estão apresentados os dados da edificação que será protegida pelo SPDA.

**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

**1) PARÂMETROS DA EDIFICAÇÃO**  

|               |      |        |
|---------------|------|--------|
| C=Comprimento | 0,20 | metros |
| L=Largura     | 0,20 | metros |
| A=Altura      | 6,00 | metros |

**2) AVALIAÇÃO DO RISCO DE EXPOSIÇÃO**  
 Ae=Área de exposição  
 $Ae = CL + 2CA + 2LA + 3,14(A \times A)$   
 Ae=117,94m<sup>2</sup>

**3) Ng=Densidade de descargas para a terra**  
 Td=nº de dias trovoadas p/ ano  
 Entre com o nº de trovoadas da região  
 Td= 17,872933

$Ng = 0,04 \times Td^{E1,25}$   
 Ng=1,47      descargas Km<sup>2</sup>/ano

**4) Frequência média anual previsível de descargas**  
 $N = Ng \times Ae \times 10E-6$        $\longrightarrow$       N=1,73E-4

**5) FATORES DE PONDERAÇÃO**  


|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| A=Tipo de ocupação da Estrutura   | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,30</span> |
| B=Tipo de construção da Estrutura | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,80</span> |
| C=Conteúdo da estrutura           | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,80</span> |
| D=Localização da estrutura        | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,40</span> |
| E=Topografia                      | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,30</span> |

**6) Np= Valor ponderado de N**  
 $Np = N \times A \times B \times C \times D \times E$ 

Np=1,73E-5 Desc. / ano

#### 4.2.6 VERIFICAÇÃO DA NECESSIDADE DO SPDA

A área de exposição equivalente (Ae) corresponde à área dos planos das estrutura prolongadas em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área

|   |                   |   |   |             |
|---|-------------------|---|---|-------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |             |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |             |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |             |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |             |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |             |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |             |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |             |
| Classificação:  | Público           |   |   |             |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |             |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |             |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA      |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>8/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.        |
| <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>         |   |   |             |

de exposição equivalentes estão afastados dos perímetros das estruturas por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_e = 117,94 \text{ m}^2$$

A densidade de descargas atmosféricas para a terra ( $N_g$ ) é o número de raios para a terra por km<sup>2</sup> por ano. De acordo com o mapa de densidade de descarga atmosférica para a região sudeste o número de descarga por ano é:

$$T_d = 18$$

$$N_g = 1,47 \text{ D.A./Km}^2/\text{ano}$$

Portanto, a frequência média anual previsível de descargas atmosféricas sobre uma estrutura.

$$N = 1,73 \times 10^{-4}$$



Os fatores de ponderação denotam a importância relativa do risco em cada caso.

O nível de proteção considerado para o projeto do SPDA é:

Nível de Proteção III – Estabelecimentos Comerciais, - Interrupções inaceitáveis de serviços ao público. Risco indireto para as imediações devido a incêndios, e outros com risco de incêndio.

| Fator de ponderação                | Descrição   | Valor |
|------------------------------------|---|-------|
| A: Tipo de ocupação da estrutura   | Locais de afluência ao público                                      | 1.20  |
| B: Tipo de construção da estrutura | Estrutura de madeira/alvenaria/concreto, com cobertura não metálica | 1.00  |
| C: Conteúdo e efeitos              | Estabelecimento Comercial   | 1.70  |



|   |                   |   |   |             |
|---|-------------------|---|---|-------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |             |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |             |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |             |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |             |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |             |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |             |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |             |
| Classificação:  | Público           |   |   |             |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |             |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |             |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA      |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>9/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.        |
| <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>         |   |   |             |

|                                      |   |      |
|--------------------------------------|---|------|
| indiretos das descargas atmosféricas |   |      |
| D: Localização da estrutura          | Em uma área contendo poucas estruturas ou árvores de altura similar | 1.00 |
| E: Topografia da região              | Elevações moderadas, colinas  | 1.00 |

Frequência média anual previsível de descargas atmosféricas sobre uma estrutura, após aplicados os fatores de ponderação.

$$N_p = 1,73 \times 10^{-4} \text{Dec/ano}$$

Segundo os seguintes parâmetros normativos:

Se o  $N_p \geq 10^{-3}$ , uso de SPDA é obrigatório.

#### 4.3 ANÁLISE DE RISCO

Para analisar os riscos associados a edificação, é de fundamental importância conhecer os três fatores principais que compõem à análise:

- Fonte de Danos;
- Tipos de Danos;
- Tipo de Perdas.

As fontes de danos são as seguintes:

- S1: Descargas atmosféricas na estrutura;
- S2: Descargas atmosféricas perto da estrutura;
- S3: Descargas atmosféricas na linha;
- S4: Descargas atmosféricas perto da linha

Os tipos de danos são as seguintes:





|   |                   |   |   |              |
|---|-------------------|---|---|--------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |              |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |              |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |              |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |              |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |              |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |              |
| Classificação:  | Público           |   |   |              |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |              |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |              |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA       |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>10/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.         |
|   |                   |   | <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>    |

- D1: Ferimentos aos seres vivos por choque elétrico;
- D2: Danos físicos;
- D3: Falhas de sistemas eletroeletrônicos.

Os tipos de perdas são as seguintes:

- L1: Perda de Vida Humana;
- L2: Perda de Serviço Público;
- L3: Perda de Patrimônio;
- L4: Perda de Valor Econômico.

Portanto a associação dos três componentes de análise de risco estão tabelados conforme a tabela 1 da NBR5419-2;

| Descarga atmosférica  |                | Estrutura      |   |
|---|----------------|----------------|---|
| Ponto de impacto  | Fonte de danos | Tipo de danos  | Tipo de perdas  |
|  | S1             | D1<br>D2<br>D3 | L1, L4 <sup>a</sup><br>L1, L2, L3, L4<br>L1 <sup>b</sup> , L2, L4 |
|  | S2             | D3             | L1 <sup>b</sup> , L2, L4  |
|  | S3             | D1<br>D2<br>D3 | L1, L4 <sup>a</sup><br>L1, L2, L3, L4<br>L1 <sup>b</sup> , L2, L4 |
|  | S4             | D3             | L1 <sup>b</sup> , L2, L4  |

<sup>a</sup> Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.  
<sup>b</sup> Somente para estruturas com risco de explosão ou para hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos podem imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Figura 2 - Fonte ABNT - NBR5419-2015

|   |                   |   |   |              |
|---|-------------------|---|---|--------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |              |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |              |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |              |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |              |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |              |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |              |
| Classificação:  | Público           |   |   |              |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |              |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |              |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA       |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>11/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.         |
|   |                   |   | <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>    |

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que pode ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. Foram avaliados os riscos bem como as suas componentes e que nas quais estão subdivididas em:

- R1: Risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes);
- R2: Risco de perda de serviço ao público;
- R3: Risco de perda de patrimônio cultural;
- R4: Risco de perda de valores econômicos.

Para validar a análise, cada risco é a soma de suas componentes em consonância com os tipos de perdas, fontes e tipos de danos. Segundo a NBR 5419-2 a da necessidade de proteção e definição da classe do SPDA deve levar em consideração o risco máximo tolerável.

Neste projeto a avaliação do risco será feita por meio do software “Lightning Risk Assessment” fornecido pelo IEC balizado pela norma 62305, na qual serviu de referência para revisão da NBR 5419-2015.

Os resultados estão apresentados abaixo e também devem obedecer a seguinte restrição:


Calculated Risks:

|                             | Tolerable Risk<br>(Rt) |    | Direct Strike<br>Risk (Rd) |   | Indirect Strike<br>Risk (Ri) |   | Calculated<br>Risk (R) |
|-----------------------------|------------------------|----|----------------------------|---|------------------------------|---|------------------------|
| Loss of Human Life:         | 1,00E-05               | => | 3,58E-08                   | + | 1,46E-05                     | = | 1,47E-05               |
| Loss of Essential Services: | 1,00E-03               | => | 0,00E+00                   | + | 0,00E+00                     | = | 0,00E+00               |
| Loss of Cultural Heritage:  | 1,00E-03               | => | 0,00E+00                   | + | 0,00E+00                     | = | 0,00E+00               |
| Economic Loss:              | 1,00E-03               | => | 3,26E-07                   | + | 2,60E-04                     | = | 2,61E-04               |

IEC

Calculations

*Se  $R \geq R_T$  – Providenciar medidas de proteção para redução de R em relação a  $R_T$ !*

|   |                   |   |   |              |
|---|-------------------|---|---|--------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |              |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |              |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |              |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |              |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |              |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |              |
| Classificação:  | Público           |   |   |              |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |              |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |              |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA       |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>12/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.         |
| <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>         |   |   |              |

De acordo com os resultados apresentados acima, deverão ser tomadas medidas de proteção para reduzir o risco para dentro dos limites toleráveis.

R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes):

Status: A instalação de um sistema de SPDA é necessária, segundo a norma NBR5419/2015, pois  $R_1 > 10^{-5}$

$$R_1 \geq R_T$$

$$1,47 \times 10^{-5} \geq 10^{-5}$$

R2: risco de perdas de serviço ao público

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a norma NBR5419/2015, pois  $R_2 > 10^{-3}$

$$R_2 \geq R_T$$

$$0 \leq 10^{-3}$$

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois  $R_3 \leq 10^{-4}$

$$R_3 \geq R_T$$

$$0 \leq 10^{-3}$$

R4: risco de perda de valores econômicos.

|   |                   |   |   |              |
|---|-------------------|---|---|--------------|
| Código do Anexo:  | FM-ENG-001        |  |  |              |
| Código do Documento:  | PG-ENG-001        |   |   |              |
| Nº da revisão   | 02                |   |   |              |
| Elaborador:   | Fernando de Abreu |   |   |              |
| Aprovador:  | Carlos Martini    |   |   |              |
| Data da aprovação:  | 11/01/2024        |   |   |              |
| Periodicidade da revisão:   | Bienal            |   |   |              |
| Classificação:  | Público           |   |   |              |
| <b>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA TUMIRITINGA PROJETO DETALHADO - MELHORIAS ETA/CAP. ALTERNATIVA/UTR - TUMIRITINGA - SE32752 MEMORIAL DESCRITIVO – ELÉTRICA MELHORIAS ETA - ATERRAMENTO - CAPTAÇÃO</b> |                   |   | Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)   |              |
|   |                   |   | <b>SE32752</b>  |              |
|   |                   |   | Nº CONTRATADA   | PÁGINA       |
|   |                   |   | <b>HBR135-23-RENOVA-PT11-D-MD002</b>  | <b>13/13</b> |
|   |                   |   | Nº FUNDAÇÃO RENOVA  | REV.         |
|   |                   |   | <b>N023500-E-1MD006</b>   | <b>01</b>    |

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a norma NBR5419/2015, pois  $R_4 > 10^{-1}$

$$R_4 \geq R_T$$

$$2,61 \times 10^{-4} \leq 10^{-1}$$

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A última versão da NBR-5419:2015, deixou de exigir a medida de Resistência de aterramento com no máximo 10  $\Omega$  e focalizou a importância da medida de continuidade entre os subsistemas e equalizações conforme Anexo F.

Portanto está justificada tecnicamente que o foco deste projeto está no “arranjo” apesar das dificuldades impostas pelas características construtivas das edificações dentro do terreno.

As medições de continuidade elétrica deverão ser executadas conforme procedimentos técnicos recomendados em Normas e os valores registrados em planilhas e fotos.

Os instrumentos deverão ter certificado de calibração emitido por entidade participante da Rede Nacional de Calibração, dentro do período de validade.

As malhas de aterramentos projetadas deverão ser interligadas com a malha existente na unidade operacional.

#### 4.5 CONCLUSÃO

De acordo com os cálculos apresentados, com base na norma NBR 5419:2015, o projeto apresenta risco superior (R1) ao risco de tolerância, sendo necessário a instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas.