

<b>Referências:</b>					
03					
02					
01					
REV	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VERF.	APROV.
 <p><b>SECRETARIA ESPECIAL DE SAÚDE INDÍGENA - MINISTÉRIO DA SAÚDE</b></p>					
<b>OBRA:</b> IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA					
<b>ENDEREÇO:</b> ALDEIA QUERÊNCIA, MUNICÍPIO DE CAMPINÁPOLIS (MT)					
<b>PROPRIETÁRIO:</b> MINISTÉRIO DA SAÚDE - DISTRITO SANITÁRIO ESPECIAL INDÍGENA XAVANTE					
<b>ASS. PROPRIETÁRIO:</b>					
<b>AUTOR DO PROJ.:</b> CAROLINE SANTANGELO – ENG. ELETRICISTA E SEG. DO TRABALHO					
<b>CREA RNP:</b> 130543/D-MG			<b>ART DE PROJETO:</b>		
<b>ASS:</b>			<b>DATA:</b>		
<input type="checkbox"/> APROVADO <input type="checkbox"/> APROVADO COM COMENTÁRIOS <input type="checkbox"/> NÃO APROVADO  ESTA LIBERAÇÃO NÃO EXIME A RESPONSABILIDADE DA PROJETISTA QUANTO À EXATIDÃO DO PROJETO  ENG. RESP.: _____  DATA: ____/____/____			<p><b>PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b></p> <p><b>MEMORIAL DESCRITIVO, MEMORIAL DE CÁLCULO E GERENCIAMENTO DE RISCOS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS</b></p>		

## INDICE

1	DADOS GERAIS.....	4
1.1	Objetivo .....	4
1.2	Dados do Proprietário.....	4
1.3	Dados da obra .....	4
1.4	Responsável Técnico pelo Projeto de Instalações Elétricas.....	4
2	NORMAS E PADRÕES .....	4
3	DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROJETO .....	5
3.1	Projeto executivo .....	5
4	ENTRADA DE ENERGIA.....	6
5	EQUIPAMENTOS E COMPONENTES.....	6
5.1	Conjunto de bombeamento .....	6
5.2	Autotransformador .....	7
5.3	Quadro Geral do Sistema de Abastecimento de Água (QG-SAA).....	7
5.3.1	Painel metálico .....	8
5.3.2	Componentes internos .....	8
5.4	Tomadas.....	9
5.5	Interruptores .....	9
5.6	Eletrodutos .....	9
5.7	Condutores .....	9
5.8	Iluminação .....	10
6	ATERRAMENTO E SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS .....	11
6.1	Gerenciamento de riscos.....	11
6.1.1	Conclusão do SPDA.....	16
6.1.2	Conclusão Aterramento.....	16

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

COAMB – Coordenação de Determinantes Ambientais de Saúde Indígena

DEAMB – Departamento de Determinantes Ambientais de Saúde Indígena

DSEI – Distrito Sanitário Especial Indígena

MS – Ministério da Saúde

PVC – Policloreto de Vinila

QCM – Quadro de Comando do Motor

QG-SAA – Quadro Geral do Sistema de Abastecimento de Água

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SESAI – Secretaria Especial de Saúde Indígena

SESANI – Serviço de Edificações e Saneamento Ambiental Indígena

SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

## **1 DADOS GERAIS**

### **1.1 Objetivo**

Este memorial de cálculo e descritivo tem por finalidade orientar a execução das instalações elétricas para a implantação de Sistema de Abastecimento de água na aldeia Querência, Município de Campinópolis (MT).

### **1.2 Dados do Proprietário**

- Razão Social: MINISTÉRIO DA SAÚDE
- Nome Fantasia: Distrito Sanitário Especial Indígena Xavante
- CNPJ: 00.394.544/0050-63
- Endereço: Rua Pires de Campos, nº 681, Setor Sul, Barra do Graças (MT)
- Responsável:  
Nome: **Roberto Pereira Bravo**  
Cargo: Chefe do Serviço de Edificações e Saneamento Ambiental Indígena.

### **1.3 Dados da obra**

- Endereço: Aldeia Querência, Município de Campinópolis (MT), Coordenadas: LAT.: -14.3369 LONG.: -53.1551.
- Finalidade: Saneamento Básico.

### **1.4 Responsável Técnico pelo Projeto de Instalações Elétricas**

- Engenheira Eletricista: Caroline Santangelo – CREA RNP 130543/D-MG.
- Endereço: Rua Pires de Campos, nº 681, Setor Sul, Barra do Graças (MT)
- Tel.: (61) 98150-4237.
- E-mail: caroline.santangelo@saude.gov.br.

## **2 NORMAS E PADRÕES**

A execução dos serviços e uso de equipamentos deverão sempre obedecer às normas ABNT no seu geral e ao projeto de instalações elétricas, aterramento e SPDA em particular.

As normas e padrões a serem obedecidos são as seguintes:

- ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5419 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
- ENERGISA - NDU-001 – Fornecimento de energia elétrica a edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras, Revisão 6.2 de dezembro/2019.

Os projetos foram elaborados considerando a relação de normas acima, porém a CONTRATADA deverá efetuar verificação criteriosa, na época da execução da obra, sobre novas normas que tenham entrado em vigor ou ainda que não se encontrem aqui relacionadas. A CONTRATADA deverá dar prioridade a materiais e ou serviços que apresentem certificado de homologação das normas ISO 9000.

### **3 DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROJETO**

O projeto contempla todas as instalações elétricas, o aterramento e o SPDA a serem executados na implantação do SAA.

O projeto possui os seguintes documentos:

- Instalações elétricas – Planta baixa e detalhes;
- Quadro Geral do Sistema de Abastecimento de Água – Diagrama Unifilar, Quadro de cargas, Layout sugestivo e Lista de Materiais;
- Aterramento – Planta Baixa e Detalhes;
- Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – Planta Baixa e Detalhes;
- Memorial Descritivo, Memorial de Cálculo e Gerenciamento de Riscos do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas.

#### **3.1 Projeto executivo**

A CONTRATADA, a partir dos dados técnicos do poço extraídos após sua perfuração e os dados referentes ao fornecimento de energia elétrica da aldeia deverá avaliar o projeto básico de instalações elétricas e se necessário, mediante autorização do Fiscal do Contrato, elaborar o projeto executivo de instalações elétricas.

O projeto executivo deverá ser elaborado apenas na fase posterior ao recebimento e aprovação dos ensaios e testes do poço perfurado.

## **4 ENTRADA DE ENERGIA**

A entrada de energia por parte da concessionária será feita através de padrão de energia bifásico, fornecimento a 3 fios, oriundos de sistema Monofásico com Retorno Terra (MRT), tensão nominal 254/127 V.

O padrão de entrada será instalado no limite da área destinada à implantação do SAA.

## **5 EQUIPAMENTOS E COMPONENTES**

### **5.1 Conjunto de bombeamento**

O conjunto de bombeamento foi dimensionado conforme as necessidades de consumo da aldeia e o projeto construtivo do poço tubular profundo.

Dados técnicos adotados para o dimensionado:

- Vazão necessária: 2,50 m<sup>3</sup>/h;
- Altura manométrica estimada: 75,85 m;
- Nível dinâmico: 70 m.

Dados do conjunto de bombeamento dimensionado:

- Tensão: 220 V monofásico;
- Potência nominal: 1,5 HP;
- Número de estágios: 10;
- Modelo de referência: 4BPS3-10, Ebara ou similar.

O acionamento elétrico do conjunto de bombeamento se dará através de um quadro de comando de partida direta, alimentado por condutores individuais que partirão do quadro de distribuição elétrica, também localizado no abrigo do reservatório.

O quadro de comando deverá ser fornecido com a bomba submersa, evitando assim problemas de compatibilidade, em relação ao dimensionamento dos componentes elétricos determinados pelo fabricante da bomba submersa.

O quadro de comando deverá ser equipado, no mínimo:

- Botão liga;
- Botão desliga;
- Sinalização luminosa;

- Medidores de tensão e corrente no painel;
- Contatores;
- Relé de tempo;
- Relé de falta de fase;
- Chave comutadora para acionamento manual e automático;
- Relé de nível inferior e superior da caixa d'água.

## **5.2 Autotransformador**

Considerando que a tensão fornecida pela concessionária de energia elétrica é igual a 254 V e a tensão nominal do conjunto de bombeamento dimensionado é de 220 V, conforme apresentado em projeto, deverá ser fornecido um autotransformador, com taps no primário, conforme características apresentadas abaixo:

- Potência nominal: 5.000 VA;
- Tensão primária: 241 V – 254 V – 267 V – 280 V;
- Tensão secundária: 220 V.

## **5.3 Quadro Geral do Sistema de Abastecimento de Água (QG-SAA)**

O Quadro de Distribuição deverá ser executado conforme os documentos de projeto, respeitando integralmente o diagrama unifilar projetado.

O Quadro deverá ter caixa metálica com tampa e fecho bloqueável, barramentos bifásicos e barra para terra independente. Os equipamentos internos deverão atender a IEC/ABNT, tais como disjuntores, DR, DPS etc. O condutor de aterramento será ligado diretamente à barra de aterramento.

Na porta do Quadro deverá haver uma placa de advertência, conforme indicado no projeto, fixada por rebite ou simplesmente impressa por tinta.

Todos os painéis e quadros devem ser também aterrados convenientemente. Não sendo permitidas ligações diretas de condutores aos terminais dos disjuntores, sem o uso de terminais apropriados.

O quadro de distribuição será instalado na parede (sobrepôr), a uma altura de 1,5 metro do piso acabado.

### 5.3.1 Painelel metálico

- Painelel elétrico de sobrepor, em chapa metálica galvanizada, tensão de isolação até 1000V, corrente nominal de 100 A, fornecido com placa para montagem de disjuntores, portas espelho, plaquetas de identificação dos circuitos e pintura na cor cinza.

### 5.3.2 Componentes internos

#### 5.3.2.1 Disjuntor geral

- Número de polos: 2;
- Tipo: Minidisjuntor, padrão europeu (DIN);
- Tensão de operação: 440 V;
- Corrente nominal: 25 A;
- Curva C;
- Capacidade de interrupção mínima de curto circuito: 10 kA.

#### 5.3.2.2 Disjuntores de distribuição

- Número de polos: 2;
- Tipo: Minidisjuntor, padrão europeu (DIN);
- Tensão de operação: 440 V;
- Corrente nominal: Conforme diagrama unifilar;
- Curva C;
- Capacidade de interrupção mínima de curto circuito: 6 kA.

#### 5.3.2.3 Dispositivos de proteção contra surtos (DPS) tipo II

- Número de polos: 1;
- Tensão nominal ( $U_N$ ): 175 V;
- Nível de proteção de tensão ( $U_P$ ):  $\leq 1,5$  kV;
- Corrente nominal 8/20  $\mu$ s ( $I_N$ ): 20 kA.

#### 5.3.2.4 Dispositivos de Proteção contra Correntes Residuais (DR)

- Corrente nominal: 25 A;
- Corrente nominal residual: 30 mA
- Tipo AC.



## **5.4 Tomadas**

Para a alimentação dos equipamentos elétricos de uso geral foram previstas tomadas de força do tipo universal 2P+T (10/250V).

Todas as tomadas deverão ser conforme as normas NBR e possuir certificação de produto.

## **5.5 Interruptores**

Os interruptores deverão ser bipolares, 10A/250V e estarem de acordo com as normas brasileiras.

## **5.6 Eletrodutos**

Os eletrodutos deverão ser do tipo rígido, antichama, rosqueáveis e fixos às caixas/conduletes com buchas e arruelas galvanizadas. O diâmetro mínimo dos eletrodutos será de 20 mm (3/4").

## **5.7 Condutores**

Os condutores de alimentação do quadro de distribuição serão de PVC, 70°C, 0,6/1 kV.

Os condutores de circuitos terminais de iluminação e tomadas serão de PVC, 70°C, 450/750 V.

Os condutores de circuitos de alimentação de equipamentos especiais e bombas submersas deverão ser EPR, 90°C, 0,6/1 kV.

Os condutores devem ser instalados em lances únicos, sem emendas, mesmo especiais, chicoteados e devidamente identificados por anilhas plásticas ao longo de eletrocalhas ou perfilados, e no interior das caixas da rede de eletrodutos.

Os condutores deverão possuir cores distintas, sendo o condutor terra na cor verde, fases nas cores preto e branco e retorno na cor cinza ou amarelo.

É vedado o uso de substâncias graxas ou aromáticas (cadeias de benzeno), derivadas de petróleo, como lubrificante, na enfição de qualquer fio ou cabo da obra. Caso necessário utilizar apenas Talco Industrial.

Nunca efetuar a enfição, antes do reconhecimento, limpeza e enxugamento da tubulação. Todos os condutores deverão receber identificação com anilhas em ambas as extremidades com o número do circuito e a indicação do quadro de origem.

O dimensionamento dos condutores está indicado no projeto.

## **5.8 Iluminação**

Serão utilizadas luminárias tipo tartaruga, lâmpadas bulbo LED de 15 W para a iluminação externa e luminárias tipo paflon, lâmpadas bulbo LED de 15 W para a iluminação interna.

## 6 ATERRAMENTO E SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

### 6.1 Gerenciamento de riscos

ESTRUTURA PROTEGIDA		
Riscos Considerados	Valor Calculado	Valor Tolerado
$R_1$ : Risco de perda de vida humana	0,00E+00	1,00E-05
$R_2$ : Risco de perda de serviço público	1,27E-05	1,00E-03

Características da estrutura e meio ambiente			
$L$	Comprimento		4,0 m
$W$	Largura		4,0 m
$H$	Altura		9,7 m
$K_{S1}$	Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura	Estrutura em madeira ou alvenaria e revestimento não condutor.	1
$C_D$	Fator de localização da estrutura	estrutura isolada	1
$N_G$	Densidade de descargas atmosféricas para a terra	DSEI	9,3 (km <sup>2</sup> × ano) <sup>-1</sup>
		Xavante	
$\rho$	Tipo de solo da região	Areia argilosa	500,0 $\Omega$ /km
$A_D$	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas na edificação considerada	$L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2 =$	3.141,93 m <sup>2</sup>
$A_M$	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma estrutura	$2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times (500)^2 =$	793.398,16 m <sup>2</sup>
A edificação possuirá linhas de energia ou sinal conectadas:			SIM

Características da Linha conectada à edificação			
Tipo de linha		linha de energia	
$L_L$	Comprimento da seção da linha de energia conectada a estrutura (caso não possuir esta informação considerar 1000m)		5,0 m
$C_i$	Fator de instalação da linha	enterrado	0,5
$C_T$	Fator tipo de linha	linha de energia em BT ou sinal	1
$C_E$	Fator ambiental da linha	rural	1
$C_{LD}$	Tipo de linha externa	linha aérea não blindada	1
$C_{LI}$	Tipo de linha externa		1
$U_W$	Tensão suportável $U_W$ dos equipamentos que se deseja proteger	4,0kV - Equipamentos elétricos robustos(ex.: quadros de distribuição e motores)	
$K_{S4}$	Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema	$1/U_W$	2,50E-01

$P_{LD}$	Condições do roteamento, blindagem e interligação	linha não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	0,9
$P_{LI}$	Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga atmosférica perto de uma linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos (tensão $U_w$ )		0,16
$A_L$	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas em uma linha	$40 \times L_L =$	200,0 m <sup>2</sup>
$A_I$	Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma linha	$4000 \times L_L =$	20.000,0 m <sup>2</sup>
Existe estrutura adjacente ao final desta linha:		Não existe ou as dimensões não são conhecidas	

Características da Zona de proteção considerada			
$K_{S3}$	Fator relevante às características do cabeamento interno	Condutores não blindados em laço roteados em um mesmo eletroduto ou condutores em laço com diferentes roteamentos em edifícios pequenos (área do laço da ordem de 10 m <sup>2</sup> )	2,00E-01
$K_{S2}$	Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura	probabilidade da blindagem da estrutura reduzir os riscos das sobretensões danificarem os equipamentos internos	1
$r_t$	Fator de redução associado ao tipo de superfície do solo	agricultura, concreto	1,00E-02
$r_p$	Fator redutor de perda devido às precauções contra incêndio	nenhuma providência	1
$r_f$	Fator redutor de perda dependente do risco de incêndio ou de explosão da estrutura	nenhum	0,00E+00
$h_z$	Fator de aumento de perda quando um perigo especial está presente	sem perigo especial	1
$P_{MS}$	Probabilidade de reduzir a probabilidade de falha de sistemas internos dependendo da blindagem, cabeamento e da tensão suportável do equipamento	$(K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2 =$	2,50E-03

<b><math>L_1</math>: perda de vida humana, incluindo ferimento permanente</b>
<b>Danos associados</b>

$D_1$	Danos de ferimentos ao seres vivos	Sim, existe o dano associado
$D_2$	Danos físicos a estrutura que coloquem em risco a vida	Não, dano associado inexistente
$D_3$	Danos por indução a falhas no sistema elétrico (choque elétrico)	Sim, existe o dano associado
<b>Características da utilização da edificação (quantidade de pessoas e tempo de utilização)</b>		
$n_{z1}$	Número de possíveis pessoas em perigo	1
$n_{t1}$	Número total de pessoas que podem acessar a estrutura	2
$t_{z1}$	Tempo, em horas por ano, que pessoas estão presente no local	365
<b>Perdas relacionadas ao aumento do risco de vida</b>		
$L_{O1}$	Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso	Não Haverá riscos 0,00E+00
$L_T$	Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico (D1) devido a um evento perigoso	ferimentos 1,00E-02

<b><math>L_2</math>: Perda inaceitável de serviços públicos</b>		
<b>Danos associados</b>		
$D_2$	Danos físicos a estrutura que comprometam a entrega de serviço público	Sim, existe o dano associado
$D_3$	Danos por indução a falhas no sistema elétrico que comprometam a entrega de serviço público	Sim, existe o dano associado
<b>Características de usuários servidos pela zona fornecedora de serviço público</b>		
$n_{z2}$	Número de usuários servidos pela zona	100
$n_{t2}$	Número total de usuários servidos pela estrutura	100
<b>Perdas relacionadas à interrupção de serviço público</b>		
$L_{F2}$	Número relativo médio típico de usuários não servidos, resultante do dano físico (D2) devido a um evento perigoso	Fornecimento de gás, água ou energia 1,00E-01
$L_{O2}$	Número relativo médio típico de usuários não servidos, resultante de falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso.	Fornecimento de gás, água ou energia 1,00E-02

<b><math>L_3</math>: Perda inaceitável de patrimônio cultural</b>		
<b>Danos associados</b>		
$D_2$	Danos físicos a estrutura que é patrimônio cultural	Não, dano associado inexistente

<b>Medidas de Proteção</b>			
$P_B$	Classe do SPDA	III	0,1

Será utilizado o método:		Ângulo de proteção	
Altura do mastro acima da estrutura a ser protegidas em metros			3,0 m
$P_{SPD}$	Sistema de DPS	II	0,02
$P_{EB}$	Ligação Equipotencial	II	0,02
Medidas de Proteção Adicionais para a Estrutura			
$P_{TA}$	Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)		0
	Avisos de alerta		SIM
	Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas)		SIM
	Equipotencialização do solo		SIM
	Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como subsistema de descida		SIM
Medidas de Proteção Adicionais para a Linha (energia ou sinais)			
$P_{TU}$	Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		0
	Avisos de alerta		SIM
	Isolação elétrica		SIM
	Restrições físicas		SIM

<b>Determinação dos Números de eventos perigosos</b>			
$N_D$	Número médio anual de descargas atmosférica a estrutura	$N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6} =$	2,92E-02
$N_L$	Número médio anual de descargas atmosférica na linha conectada a estrutura	$N_G \times A_L \times C_L \times C_E \times C_T \times 10^{-6} =$	9,30E-04
$N_M$	Número médio anual de descargas atmosférica perto da estrutura	$N_G \times A_M \times 10^{-6} =$	7,38E+00
$N_I$	Número médio anual de descargas atmosférica perto da estrutura	$N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6} =$	9,30E-02

<b>Determinação das Probabilidades de Danos</b>			
$P_A$	Probabilidade de ferimentos a seres vivos por choque elétrico	$P_{TA} \times P_B =$	0,00E+00
$P_C$	Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas à estrutura)	$P_{SPD} \times C_{LD} =$	2,00E-02
$P_M$	Probabilidade de falha de sistemas internos (descargas atmosféricas perto da linha conectada)	$P_{SPD} \times P_{MS} =$	5,00E-05
$P_U$	Probabilidade de ferimentos a seres vivos por choque	$P_{TU} \times P_{EB} \times C_{LD} =$	0,00E+00
$P_V$	Probabilidade de danos físicos	$P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD} =$	1,80E-02
$P_W$	Probabilidade de sistemas internos	$P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD} =$	1,80E-02

$P_Z$	Probabilidade de falha de sistemas internos	$P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI} =$	3,20E-03
-------	---	---	----------

Determinação das Perdas associadas ao Risco $R_1$			
$L_{A1} = L_{U1}$	Ferimentos a seres vivos por choque	$r_t \times L_T \times n_{z1}/n_{t1} \times t_{z1}/8760 =$	2,08E-06
$L_{B1} = L_{V1}$	Danos físicos	$r_p \times r_i \times h_z \times L_{F1} \times n_{z1}/n_{t1} \times t_{z1}/8760 =$	0,00E+00
$L_{C1}=L_{M1}=L_{W1}=L_{Z1}$	Falha de sistemas internos	$L_{O1} \times n_{z1}/n_{t1} \times t_{z1}/8760 =$	0,00E+00

Componentes do Risco $R_1$			
$R_{A1}$	Risco de choque por descargas diretas S1	$N_D \times P_A \times L_{A1} =$	0,00E+00
$R_{B1}$	Risco de danos físicos por descargas diretas S1	$N_D \times P_B \times L_{B1} =$	0,00E+00
$R_{C1}$	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas diretas S1	$N_D \times P_C \times L_{C1} =$	0
$R_{M1}$	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas perto da estrutura S2	$N_M \times P_M \times L_{M1} =$	0
$R_{U1}$	Risco de choque por descargas na linha S3	$(N_L+N_{DJ}) \times P_U \times L_{U1} =$	0,00E+00
$R_{V1}$	Risco de danos físicos por descargas na linha S3	$(N_L+N_{DJ}) \times P_V \times L_{V1} =$	0,00E+00
$R_{W1}$	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas na linha S3	$(N_L+N_{DJ}) \times P_W \times L_{W1} =$	0
$R_{Z1}$	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas perto da linha S4	$N_I \times P_Z \times L_{Z1} =$	0

Risco de perda de vida humana			
$R_1$	Risco de perdas de vidas	$RA1 + RU1 =$	0,00E+00
$R_{T1}$	Risco tolerável		1,00E-05

Determinação das Perdas associadas ao Risco $R_2$			
$L_{B2}= L_{V2}$	Danos físicos	$r_p \times r_i \times L_{F2} \times n_{z2}/n_{t2}=$	0,00E+00
$L_{C2}=L_{M2}=L_{W2}=L_{Z2}$	Falha de sistemas internos	$L_{O2} \times n_{z2}/n_{t2}=$	1,00E-02

Componentes do Risco $R_2$			
$R_{B2}$	Risco de danos físicos por descargas diretas S1	$N_D \times P_B \times L_{B2} =$	0
$R_{C2}$	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas diretas S1	$N_D \times P_C \times L_{C2} =$	5,84E-06
$R_{M2}$	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas perto da estrutura S2	$N_M \times P_M \times L_{M2} =$	3,69E-06

$R_{V2}$	Risco de danos físicos por descargas na linha S3	$(N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_{V2} =$	0
$R_{W2}$	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas na linha S3	$(N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_{W2} =$	1,67E-07
$R_{Z2}$	Risco de falhas dos sistemas internos por ELM por descargas perto da linha S4	$N_I \times P_Z \times L_{Z2} =$	2,98E-06

Risco de perda de serviço público			
$R_2$	Risco inaceitável de perda de serviço público	$RB2 + RC2 + RV2 + RW2 + RZ2 + RM2 =$	1,27E-05
$R_{T2}$	Risco tolerável		1,00E-03

#### 6.1.1 Conclusão do SPDA

A estrutura necessita de sistema de DPS coordenados até CLASSE II.

Para a estrutura estar protegida é necessário a instalação de SPDA Classe III.

Será utilizado o método de ângulo de proteção com captor com 3 metros acima do plano de referência da área a ser protegida e ângulo de proteção de 76°.

##### 6.1.1.1 Descidas

Perímetro	16,0 m
Espaçamento Médio:	15,0 m
Número de descidas necessárias:	2

As descidas devem ser instaladas preferencialmente pelas quinas. Não serão admitidas emendas.

Os cabos de cobre nu do SPDA deverão ser de 35 mm².

#### 6.1.2 Conclusão Aterramento

Resistividade do solo	500,0 $\Omega/\text{km}$
Re (o raio médio re da área abrangida pelos eletrodos)	2,26

O anel de aterramento deve estar enterrado a de 50cm de profundidade solo e deverá ter afastamento de 1 metro das paredes da edificação, os condutores de aterramento deverão ser de cobre com seção de 50 mm².

As conexões no aterramento poderão ser feitas através de solda exotérmica, alicate hidráulico e conector a compressão (este é necessário a instalação de caixa de inspeção).



O sistema de aterramento deve ser conectado ao sistema de aterramento da concessionária local.

Um molde de solda exotérmica pode ser usado em apenas 30 soldas.

O sistema de aterramento deve ser conectado a QEP (Quadro de Equipotencialização Principal) da edificação.

Para equipotencialização recomenda-se utilização de condutores curtos, para conexão da malha de aterramento com o QEP deverá ser utilizado cordoalha de 50 mm<sup>2</sup>.