



**MEMORIAL DESCRITIVO
PROJETO EXECUTIVO DE SPDA E
ATERRAMENTO**

PARQUE ESTADUAL CAVERNA DO DIABO

Dezembro 2014

LOCAL:

Estrada da Caverna, Rod. SP 165 km108.
Eldorado – São Paulo
CEP 11960-000

CLIENTE:

Secretaria do Meio Ambiente

Unidade de Coordenação do “Projeto de Desenvolvimento do Ecoturismo na Região da Mata Atlântica no Estado de São Paulo” – UCP

Contrato 01/2014/UCP

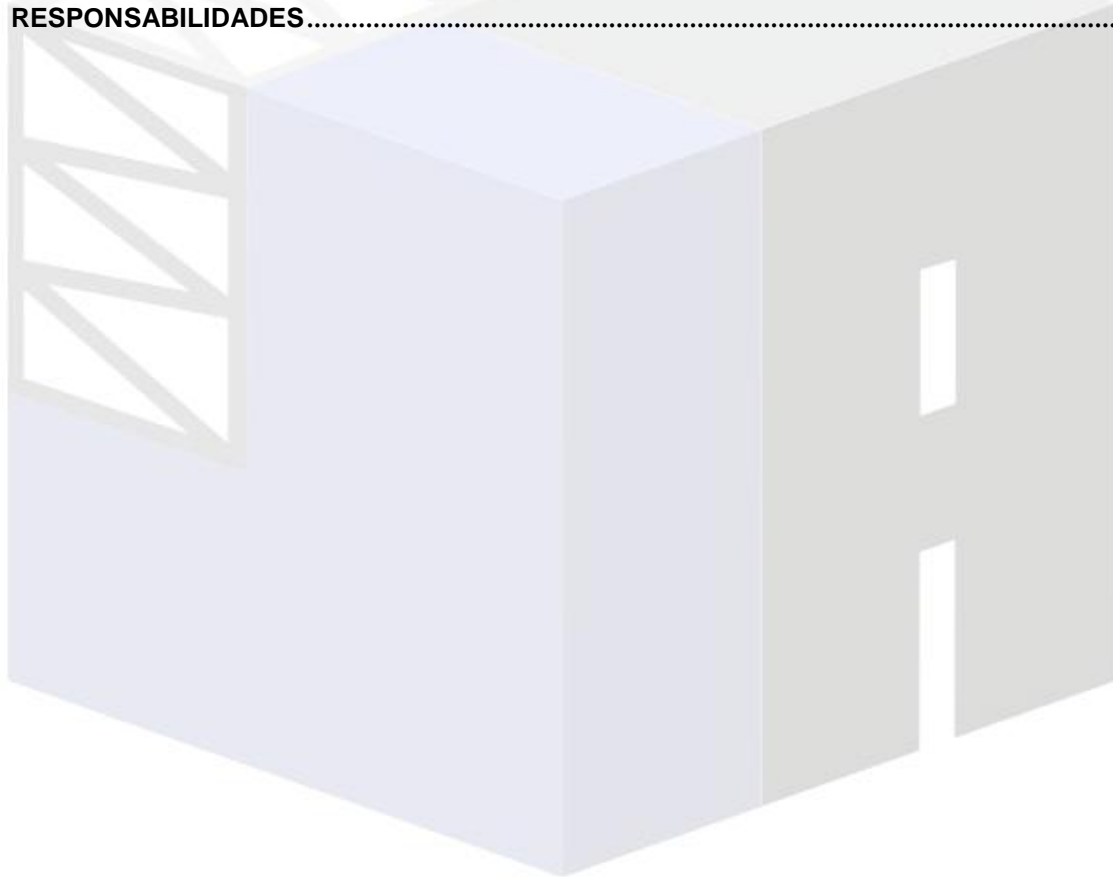
Processo SMA nº 2.299/2014

Sumário

1. OBJETIVO	4
2. NORMATIVA.....	4
3. DEFINIÇÕES.....	4
4. DADOS TÉCNICOS.....	5
4.1. CONDUTORES UTILIZADOS:	5
4.2. ATERRAMENTO:	6
4.3. OBSERVAÇÕES:	6
5. ANTECEDENTES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	6
6. ESCLARECIMENTOS TÉCNICOS	7
7. SOLUÇÃO ADOTADA PARA SISTEMA DE ATERRAMENTO.....	8
8. ARRANJO DO SPDA	11
9. METODOLOGIA DE CÁLCULO E DADOS DE PARTIDA.....	12
9.1. MODELO MATEMÁTICO.....	13
9.1.1. Geometria da Estrutura.....	13
9.1.2. Determinação de [Td] (Dias de Trovoada por ano).....	13
9.1.3. Determinação de [Ng] (Densidade de descargas atmosféricas para a terra).....	14
9.1.4. Determinação de [Ae] (Área de exposição equivalente).....	14
9.1.5. Determinação de [Nd] (Frequência média anual previsível).....	14
9.1.6. Determinação dos Fatores de Ponderação	14
9.1.7. Determinação de [Ndc] (Nd multiplicado pelos fatores de ponderação).....	16
9.1.8. Determinação de [Nc] (Frequência admissível de danos adotada).....	16
9.1.9. Avaliação geral de risco.....	16
9.1.10. Nível de Proteção Classificação da Estrutura:	16
9.1.11. Eficiência (E%) do SPDA (função de Ndc e Nd).....	16
9.1.12. Método Utilizado.....	16
9.1.13. Cálculo do Número de descidas [N].....	17
9.1.14. Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada	17
9.1.15. Seções dos condutores	17
10. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CRITÉRIOS ESPECÍFICOS.....	18
10.1. INCIDÊNCIA DE TROVADAS (MAPAS ISOCERÂUNICOS).....	18
10.2. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO (SPDA).....	19
10.3. MÉTODO DE PROTEÇÃO APROVADO PELA NORMA.....	22
10.4. NATUREZA DAS COBERTURAS E A APLICAÇÃO DE TERMINAIS AÉREOS	26
10.5. OBSERVAÇÕES SOBRE A MALHA GERAL DE ATERRAMENTO.....	26
10.6. OBSERVAÇÕES SOBRE A HASTE DE ATERRAMENTO	29
10.6.1. Haste de aterramento aço cobreada.....	30
10.6.2. Materiais	30
10.6.3. Fabricação	30
10.6.4. Identificação.....	30
10.6.5. Acondicionamento.....	31
10.6.6. Resistências elétricas	31
11. ÁREA DE ATRAÇÃO PARA EFEITOS DE COBERTURA DE SPDA	32
12. MASTER PLANT DA ÁREA DE ATRAÇÃO GERAL	32
13. EDIFICAÇÃO 1 – BANHEIROS	33



14. EDIFICAÇÃO 2 – RESTAURANTE.....	36
15. EDIFICAÇÃO 3 - MUSEU/ CENTRO DE VISITANTES	38
16. EDIFICAÇÃO 4 – MONITORIA	39
17. EDIFICAÇÃO 5 – CAIXA D’AGUA	40
18. EDIFICAÇÃO 6 – CHALÉ DE PESQUISAS	41
19. EDIFICAÇÃO 7 – DEPÓSITO	42
20. EDIFICAÇÃO 8 – FILTRO DE ABASTECIMENTO	42
21. EDIFICAÇÃO 9 – CASA DO GERADOR.....	43
22. EDIFICAÇÃO 10 – CASA DO TRANSFORMADOR.....	44
23. EDIFICAÇÃO 11 – SANITÁRIOS ACESSO A CAVERNA.....	44
24. EDIFICAÇÃO 12 – GUICHÊ DE ENTRADA DA CAVERNA.....	45
25. EDIFICAÇÃO 13/15 – ESTACIONAMENTO E GUARITA.....	46
26. EDIFICAÇÃO 14/17 – ADMINISTRAÇÃO E TORRE DE COMUNICAÇÃO	47
27. EDIFICAÇÃO 16 - ARTESANATO	48
28. RESPONSABILIDADES.....	49



1. Objetivo

O presente memorial descritivo tem como objetivo, descrever as instalações de SPDA projetadas para as edificações do Parque Estadual da Caverna do Diabo. Esclarecendo a todos os envolvidos os procedimentos, materiais adotados, normas técnicas e características gerais do projeto. Serão explicados os aspectos mais importantes de cada edificação para uma clara compreensão do projeto.

2. Normativa

A normativa utilizada para este projeto é:

ABNT NBR 5410: “Instalações elétricas de baixa tensão”

ABNT NBR 5419: “Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas”

ABNT NBR 6326: “Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente”

ABNT NBR 13571: “Hastes de aterramento em aço cobreado e acessórios – especificação”

IEEE Std 80 – 2000: “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”.

IEEE Std 665 – 1995: “IEEE Guide for Generation Station Grounding”.

ABNT NBR15749: 2009 - Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;

Norma Regulamentadora NR-10 de 07 de dezembro de 2004 – Ministério do Trabalho e Emprego;

Decreto nº 46.076, de 31 de Agosto de 2001 – Estado de São Paulo;

Decreto nº 11.258, de 16 de Setembro de 1988 – Corpo de Bombeiros.

3. Definições

Descarga Atmosférica – Descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, constituindo em um ou mais impulsos de vários quilo ampères;

Raio – Um dos impulsos elétricos de uma descarga;

Ponto de impacto – Ponto onde uma descarga atmosférica atinge a terra, uma estrutura ou o sistema de proteção captor;

Eletrodo de aterramento – Elemento ou conjunto ou conjunto de elementos do subsistema de aterramento que assegura o contato elétrico com o solo e dispersa a corrente de descarga atmosférica a terra;

Eletrodo de aterramento em anel ou malha de aterramento – Eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da edificação ou estrutura;

Descida – Parte do SPDA destinada a conduzir a corrente de descarga atmosférica desde o sistema captor até a malha de aterramento;

Captor – Componente pontiagudo instalado no topo da edificação, destinado a interceptar as descargas atmosféricas;

BEP – Barramento eqüipotencial de potência;

DPS – Dispositivo de proteção de surto destinado a limitar as sobretensões transitórias;

LEP – Ligação eqüipotencial principal;

TAP- Terminal de aterramento principal

4. Dados Técnicos

Assunto: SPDA – Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas

Nível de proteção: Nível IV

Métodos Adotados: Método de gaiola de Faraday **MESH** : variável em função das dimensões de cada edificação

Quantidade de Descidas: Variando de quatro descidas nas edificações maiores, duas descidas nas edificações pequenas, duas descidas na caixa d'água, uma descida natural na torre de comunicação, duas descidas naturais pelo método eletrogeométrico no guichê de entrada da caverna e pelo mesmo método onze descidas naturais no estacionamento.

4.1. CONDUTORES UTILIZADOS:

Captação: Barra chata de alumínio 5/8" x 1/8" e captos de aço Inoxidável.

Descidas: Também executadas com barramento chato de alumínio 5/8" x 1/8" interconectas através do telhado com cabo de 35 mm².

Aterramento: Cabos de cobre nu # 50 mm² enterrados a 0,5 m interligadas a hastes tipo copperweld, alta camada, de 5/8" x 2,4m . (para atender os memoriais de cálculos verificar o comprimento em cada edificação) em função da resistividade

do solo, há casos com 10 m de profundidade e será necessário emendar uma haste na outra;

Equipotencialização: 50 mm² e 35 mm².

Captção caixa d'água: captor tipo Franklin e anel de barra de alumínio.

Captção na torre: captor tipo Franklin e descida natural.

4.2. Aterramento:

A malha de aterramento será executada em anel, circundando cada edificação, com cabo de cobre nu de #50mm² e hastes de cobre de alta camada.

4.3. Observações:

As estruturas metálicas devem ser conectadas ao barramento de equipotencialização principal ou local, dependendo de qual esteja mais próxima.

Uma vez executada a obra, a resistência da malha de aterramento deverá ser medida pelo método de queda de potencial e emitido relatório técnico com os valores coletados na medição.

Na hipótese de uso de materiais de tipos diferentes deverão ser tomados cuidados para evitar a formação de par eletrolítico (pilha galvânica). Em caso de dúvida o projetista deverá ser consultado.

O projeto não poderá sofrer alteração sem autorização prévia e explícita do projetista.

Para maiores detalhes técnicos o projeto deverá ser consultado.

5. Antecedentes e documentos de referência

Não há documentos de referencia anterior a este projeto, e as instalações existentes de SPDA, não poderão ser reaproveitadas, exatamente por que não há prova documental da existência de uma malha de aterramento que atenda as disposições normativas, não há localização em planta e os materiais adotados não condizem com o arranjo e definições deste projeto. Que foi elaborado dentro das melhores práticas de instalação de SPDA e obediência a NBR 5419/2005 em vigor.

Os documentos gerados neste projeto são descritos a seguir:

J.A-CD-200.1-1214-00-LD Lista de documentos

J.A-CD-200.2-1214-00-MD Memorial descritivo de projeto;

- J.A-CD-200.3-1214-00-MC Memorial de cálculos
- J.A-CD-200.4-1214-00-MP máster plant (implantação geral)
- J.A-CD-200.5-1214-00-PB projeto SPDA Banheiros;
- J.A-CD-200.6-1214-00-PR projeto SPDA restaurante;
- J.A-CD-200.7-1214-00-PM projeto SPDA Museu;
- J.A-CD-200.8-1214-00-PM projeto SPDA Monitoria ;
- J.A-CD-200.9-1214-00-PC projeto SPDA Caixa d'água;
- J.A-CD-200.10-1214-00-PCprojeto SPDA Chalé de pesquisa ;
- J.A-CD-200.11-1214-00-PD projeto SPDA Depósito;
- J.A-CD-200.12-1214-00-PF projeto SPDA Filtro de abastecimento;
- J.A-CD-200.13-1214-00-PG projeto SPDA Casa do Gerador e do transformador;
- J.A-CD-200.14-1214-00-PA projeto SPDA Torre e administração;
- J.A-CD-200.15-1214-00-PE Projeto SPDA da guarita e do estacionamento
- J.A-CD-200.16-1214-00-PA Projeto SPDA Artesanato;
- J.A-CD-200.17-1214-00-PG Projeto SPDA Sanitários/Guichê de entrada da caverna;
- J.A-CD-200.18-1214-00-LT Laudo técnico de inspeção anual do SPDA
- J.A-CD-200.19-1214-00-LM Lista de materiais
- J.A-CD-200.20-1214-00-PE Planta de encaminhamento
- J.A-CD-200.21-1214-00-DU Diagrama unifilar
- J.A-CD-200.22-1214-00-DT Detalhes típicos.

6. Esclarecimentos técnicos

“Instalação de pára-raios deve ser precedida de projeto contendo todos os elementos necessários ao seu completo entendimento, utilizando-se convenções gráficas normalizadas pela ABNT.”

Este projeto contemplará a NBR-5419/2005, não abrangendo a proteção elétrica e eletrônica dos subsistemas de: Potência, Telecomunicações, TI, Controle de Processos e Automação e Segurança (CFTV, Incêndio, Controle de Acesso e Busca a Pessoas), para os quais deverá ser desenvolvido projeto dedicado, visando as exigências da NR10 do M.T.E.

Considerando-se a natureza probabilística do fenômeno raio, é importante esclarecer que, a luz da tecnologia mundial existente, nenhum projeto de proteção contra choques diretos de raios pode garantir proteção absoluta. Contudo, a experiência científica e técnica evoluíram a um ponto satisfatório no que diz respeito à eficácia dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, ou seja, minoração dos efeitos desastrosos do choque direto de uma descarga atmosférica em uma estrutura. O aumento do grau de proteção é diretamente proporcional ao volume de dinheiro que for investido, **portanto a filosofia do investidor tem que se basear no grau de risco que o mesmo pretende correr.**

Dentre os fatores de difícil equacionamento que compõem o contexto da ocorrência do fenômeno podemos citar o estabelecimento de uma precisa distância de atração de uma estrutura captadora, posto que isto é variável e se dá principalmente em função: Do volume de cargas contido no canal líder descendente do raio, altura das estruturas, bolsões de cargas distribuídos pela atmosfera, ventos, etc.

Os padrões técnicos internacionalmente adotados na proteção contra choques diretos de raios não prevêm eficiência na cobertura de áreas abertas, mas sim, se destinam exclusivamente a proteção de estruturas e edificações. **Para proteção adequada de pessoal em áreas abertas aconselha-se seu imediato recolhimento ao interior de estruturas.**

7. Solução adotada para sistema de aterramento

Para execução do sistema equipotencial de aterramento para toda a planta, adotamos o esquema de aterramento TN-S → Que é o sistema de Neutro e condutor de proteção individuais e distintos em toda a instalação. Visando a instalação de componentes como DPS e disjuntores residuais DR, que utiliza Neutro e PE separados.

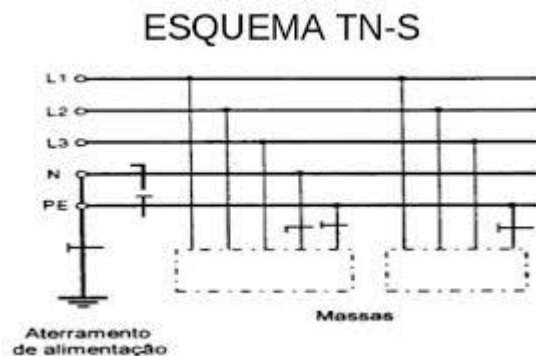


Figura 1 – esquema de aterramento proposto

O sistema de aterramento do tipo TN-S, utilizando-se o conceito de terra unificado. O Neutro e o condutor de proteção andam separados em toda a instalação.

Barras de equipotencial interligarão os sistemas de aterramento elétrico de telecomunicações, tubulações de água e demais sistemas que necessitem de aterramento. As instalações existentes usam o Neutro e terra num mesmo condutor.

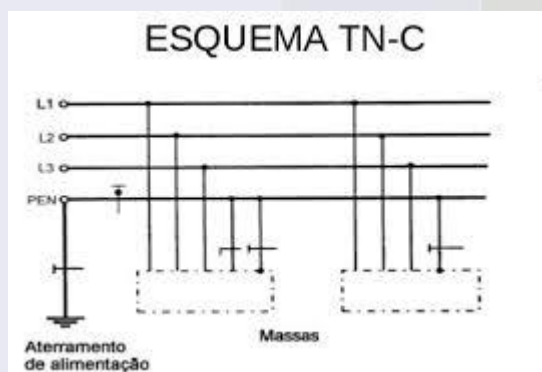


Figura 2 – esquema utilizado na atualmente

Desta forma o projeto sugere que seja lançado um cabo terra de 95 mm² da subestação até o QD-01 e deste um condutor de proteção individual para cada quadro de luz ou quadro de distribuição ao longo da caverna, utilizando a infraestrutura existente (tubulações). E em todos os quadros elétricos, instalar um barramento Neutro e um barramento terra distintamente. Fazer a separação física para cada circuito do neutro e do condutor de proteção. Mesmo que a cor do fio não seja correspondente (neutro → cor azul claro e terra → cor verde ou verde malhado de amarelo) orientamos que neste caso, as extremidades dos cabos sejam identificadas por uma faixa de fita isolante na cor correspondente verde para terra ou

azul claro para neutro. Estas fitas são facilmente encontradas em qualquer casa de materiais elétricos.

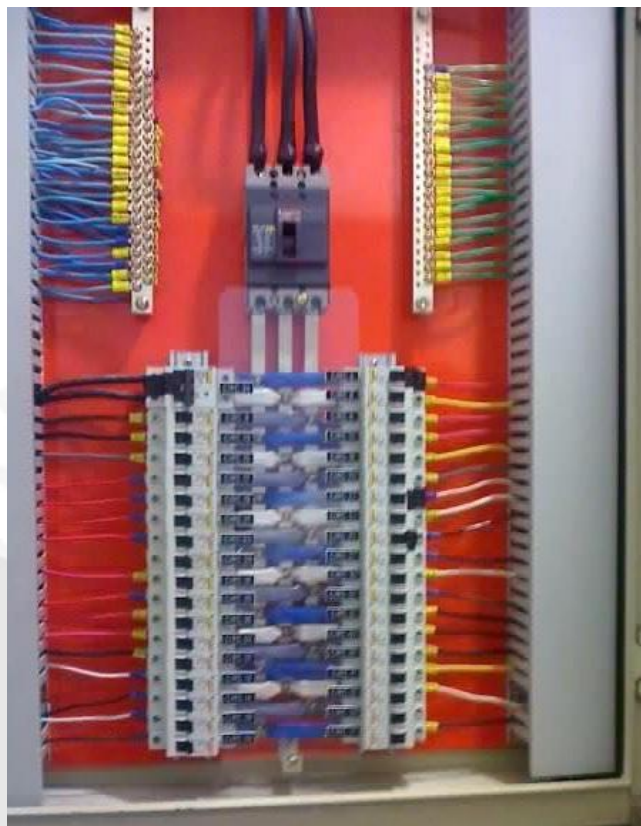


Figura 3 – Exemplo de painel com barramentos distintos

Não há necessidade de fazer escavações, bater hastes dentro da caverna e ou ligar ferramentas ruidosas que podem provocar distúrbios na natureza da caverna.

Os procedimentos adotados atendem perfeitamente a condição de aterramento dos quadros e a instalação de DPS, dispositivo de proteção de surto e até oferecem recursos para instalação de DR.

Proteção contra choques elétricos

Para proteção contra choques elétricos deverão ser utilizados protetores DR (diferencial residual) para circuitos críticos, em áreas úmidas como banheiros, restaurantes, iluminação decorativa baixa, de jardim e outros similares. Os DR's serão de baixa sensibilidade, 30 mA, e o sistema deverá ser completado com o mínimo:

As tubulações metálicas tanto de instalações elétricas como os de hidráulica e de ar condicionado, devem ser interligadas a um condutor de proteção mais próximo. Qualquer parte metálica também deverá ser ligada a rede equipotencial.

Caixas equipotenciais

Na subestação ou casa do transformador todas as massas metálicas como portas, venezianas, grades de proteção, acionamentos, bases, tampas de canaletas etc. deverão ser solidamente aterrados a uma barra BEP- barramento equipotencial de potencia.



Figura 4 – barramento equipotencial – BEP

Para melhor compreensão deste sistema de aterramento verificar e seguir os projetos J.A-CD-200.20-1214-00-PE Planta de encaminhamento e J.A-CD-200.21-1214-00-DU Diagrama unifilar.

8. Arranjo do SPDA

O projeto de SPDA está baseado na NBR 5419/2005 ainda em vigor, e conforme o anexo B será implantado o SPDA classificado com o nível de proteção IV, relativo a instalações em áreas agrícolas, conforme tabela B.6 da NBR 5419/2005.

Tabela B.6 - Exemplos de classificação de estruturas

Classificação da estrutura	Tipo da estrutura	Efeitos das descargas atmosféricas	Nível de proteção
Estruturas comuns ¹⁾	Residências	Perfuração da isolamento de instalações elétricas, incêndio, e danos materiais Danos normalmente limitados a objetos no ponto de impacto ou no caminho do raio	III
	Fazendas, estabelecimentos agropecuários	Risco direto de incêndio e tensões de passo perigosas Risco indireto devido à interrupção de energia e risco de vida para animais devido à perda de controles eletrônicos, ventilação, suprimento de alimentação e outros	III ou IV ²⁾
	Teatros, escolas, lojas de departamentos, áreas esportivas e igrejas	Danos as instalações elétricas (por exemplo, iluminação) e possibilidade de pânico Falha do sistema de alarme contra incêndio, causando atraso no socorro	II

Figura 5 – Tabela de escolha do nível de proteção da NBR 5419/2005

O sistema de proteção previsto ao longo de todas as coberturas das edificações existentes será constituído de gaiola de Faraday.

Utilizaremos como gaiola e descidas barra chata de alumínio, visando deixar o mais próximo da estrutura. Evitando danos acidentais e melhorando consideravelmente a estética das instalações. As coberturas não possuem platibanda e não é possível esconder os cabos montados sobre suportes elevados que dão um aspecto esquisito as instalações. Desta forma com o barramento chato fixo diretamente sobre o telhado, além de maior eficiência, menos manutenção e maior longevidade, e ainda estabelecemos um acabamento agradável aos olhos do visitante.

9. Metodologia de cálculo e dados de partida

Dados de partida

Os telhados são constituídos de telhas cerâmicas, a malha de aterramento do sistema existente é desconhecida por não existir projeto anterior, os materiais utilizados não são indicados em nenhum documento técnico e o laudo técnico de inspeção e as medições realizadas, apontam irregularidades no sistema instalado, de forma que não atende as disposições da NBR 5419.



Caverna do Diabo			
Edificação	Dimensões		
	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura até o cume (m)
1 Sanitários	10,97	19,22	6,30
2 Restaurante	20,82	31,01	6,30
3 Centro de Visitantes	10,86	25,51	4,59
4 Monitoria	3,40	3,90	2,30
5 Caixa d'água	4,70	4,70	10,00
6 Chalé Pesquisa	6,10	17,40	2,60
7 Deposito	4,00	6,00	2,60
8 Filtro de Abastecimento	4,04	4,04	3,00
9 Casa do Gerador	5,00	6,40	4,00
10 Casa transformador	4,00	4,00	3,00
11 Sanitários (Acesso á caverna)	6,00	6,20	2,60
12 Guichê de Entrada	2,15	3,10	3,00
13 Estacionamento	60,00	110,00	
14 Torre metálica	25 cm	25 cm	20,00
15 Guarita Estacionamento	3,80	7,00	2,50
16 Artesanato	5,2	13,15	2,5
17 Chalé Adiministração	6,2	8,17	2,6

9.1. Modelo matemático

Edificação dos banheiros adotada como exemplo, projeção do memorial de cálculos, que será fornecido junto os documentos de projeto.

9.1.1. Geometria da Estrutura

Comprimento = 20 m

Largura = 11 m

Altura = 7 m

9.1.2. Determinação de [Td] (Dias de Trovoada por ano)

Mapa de curvas Isocerânicas utilizado: Brasil – Região sudeste

Td = 50 Dias de Trovoada por ano

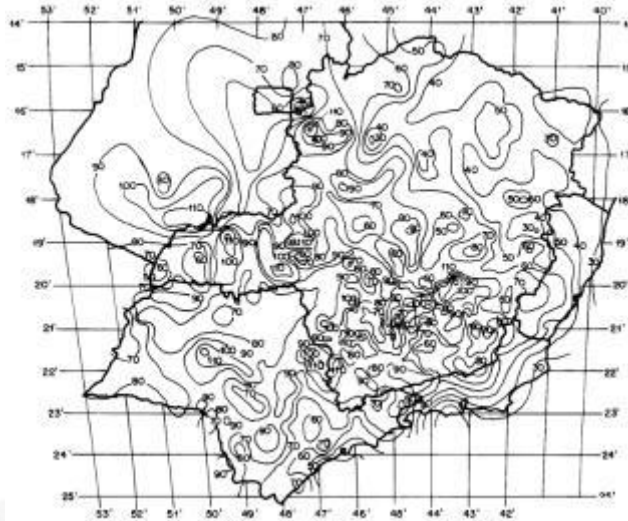


Figura 6 – Mapa isoceraunico

9.1.3. Determinação de [Ng] (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Ng = 0.04 * Td^{1.25} \text{ [em km}^2\text{/ano]}$$

$$Ng = 0.04 * 50^{1.25}$$

$$Ng = 5.3183$$

9.1.4. Determinação de [Ae] (Área de exposição equivalente)

$$Ae = L * W + 2 * L * H + 2 * W * H + \pi * H^2 \text{ [em m}^2\text{]}$$

L = Comprimento

W = Largura

H = Altura

$$Ae = 20 * 11 + 2 * 20 * 7 + 2 * 11 * 7 + \pi * 7^2$$

$$Ae = 807.94 \text{ [m}^2\text{]}$$

9.1.5. Determinação de [Nd] (Frequência média anual previsível)

$$Nd = Ng * Ae * 10^{-6}$$

$$Nd = 5.3183 * 807.94 * 10^{-6}$$

$$Nd = 0.00429685 \sim [4 * 10^{-3}]$$

9.1.6. Determinação dos Fatores de Ponderação

✓ Fator A (Tab.B1) Tipo de ocupação da estrutura

Locais de afluência de público (por exemplo: igrejas, pavilhões,

teatros, museus, exposições, lojas de departamento, correios, estações e aeroportos, estádios de esportes)

Fator A = 1.3

- ✓ Fator B (Tab.B2) Tipo de construção da estrutura
Estrutura de alvenaria ou concreto simples, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha

Fator B = 1.0

- ✓ Fator C (Tab.B3) Conteúdo da estrutura e efeitos indiretos das descargas atmosféricas
Estruturas industriais e agrícolas contendo objetos particularmente suscetíveis a danos

Fator C = 0.8

- ✓ Fator D (Tab.B4) Localização da estrutura
Estrutura localizada em uma área contendo poucas estruturas ou árvores de altura similar

Fator D = 1.0

- ✓ Fator E (Tab.B5) Topografia da região
Elevações moderadas, colinas

Fator E = 1.0

- ✓ Fator de Ponderação Total
Fator Ponderação Total = Fator A * Fator B * Fator C * Fator D * Fator E
Fator Ponderação Total = 1.3 * 1.0 * 0.8 * 1.0 * 1.0

Fator Ponderação Total = 1.04

9.1.7. Determinação de [Ndc] (Nd multiplicado pelos fatores de ponderação)

$$Ndc = \text{Fator Ponderação Total} * Nd$$

$$Ndc = 1.04 * 4 * 10^3$$

$$Ndc = 0.00446873 \sim [4 * 10^{-3}]$$

9.1.8. Determinação de [Nc] (Frequência admissível de danos adotada)

$$Nc = 1 * 10^{-5}$$

9.1.9. Avaliação geral de risco

$$Ndc \geq Nc$$

Ndc maior ou igual a Nc adotado, é necessária a instalação de um SPDA.

9.1.10. Nível de Proteção Classificação da Estrutura:

Estruturas comuns

Tipo da Estrutura: Fazendas, estabelecimentos agropecuários.

Nível de Proteção: IV

9.1.11. Eficiência (E%) do SPDA (função de Ndc e Nd)

$$E(\%) = 100$$

9.1.12. Método Utilizado

Método Franklin

Ângulo de Proteção (alfa)

Altura do Captor Ângulo (Graus) [Nível de Proteção IV]

0 - 20m 55°

21 - 30m 45°

31 - 45m 35°

46 - 60m 25°

> 60m *Utilizar Método da Gaiola de Faraday*

9.1.13. Cálculo do Número de descidas [N]

Área = 220 m².

Altura = 7 m.

Perímetro = 62 m.

Nível de Proteção IV: Espaçamento médio = 25m

$N = \text{Perímetro} / 25\text{m}$ [N = 3] para Nível de Proteção: IV

$N = (\text{Área} + 100) / 300$ | $N = (220 + 100) / 300$ | $N = 1$

$N = \text{Altura} / 20$ | $N = 7 / 20$ | $N = 1$

$N = (\text{Perímetro} + 10) / 60$ | $N = (62 + 10) / 60$ | $N = 2$

$N \geq 2$ (Para descidas não naturais)

Sem Redução de descidas. $(P / N) \geq 25\text{m}$

$N = 3$ descidas.

9.1.14. Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste Vertical ou Inclinada

$r = 100$ ohms.m [resistividade do solo] - (adotada ou informada pelo cliente, através do laudo das medições da resistividade do solo)

$R = 10$ ohms [Resistência de aterramento]

$L =$ Comprimento da Haste em (m)

$L = r / R$

$L = 100 / 10$

$L = 10$ m

$L(\text{min}) = 5$ m

$L = 10$ m

15) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anel horizontal de aterramento enterrado

Altura: 7m \leq 20m (Não é necessário anel horizontal intermediário)

9.1.15. Seções dos condutores

Captor e Anéis Intermediários:

Cobre = 35mm²

Alumínio = 70mm²

Aço Galvanizado a fogo ou embutido em concreto = 50mm²

Condutor de Descida

Altura: 7m <= 20m

Cobre = 16mm²

Alumínio = 25mm²

Aço Galvanizado a fogo ou embutido em concreto = 50mm²

Condutor Horizontal de aterramento enterrado

Cobre = 50mm²

Aço Galvanizado a fogo ou embutido em concreto = 80mm²

10. Considerações gerais sobre critérios específicos

10.1. Incidência de trovoadas (mapas isocerânicos)

Uma trovoada pode ser definida como o conjunto de fenômenos eletromagnéticos, acústicos e luminosos que ocorrem numa descarga atmosférica.

Índice cerânico: numero de dias que ocorrem trovoadas em uma dada localidade.

Mapa isocerânico: mapa com a união das localidades com seus índices cerânicos.

Se olharmos o mapa isocerânico notaremos que existem regiões com índice muito baixo (1 a 5) e outras de nível muito alto (120 a 250), notamos ainda que na região do equador concentram-se as de maior valor e nos continentes existem maiores concentrações que nos oceanos.

Para técnica de proteção o importante é saber a densidade de raio por km² por ano, se este parâmetro for conhecido será fácil calcular a probabilidade de queda de raios por ano, em uma área.

Os especialistas e empresas de energia usam contadores de raios que são dispositivos que possuem uma antena captora que captam as radiações eletromagnéticas emitidas pelos raios e as registram em um dispositivo contador (raio de ação do contador +/- 20 km).

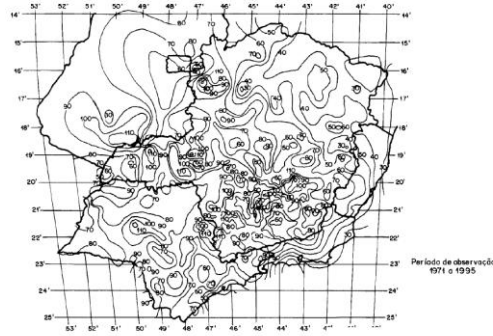


Figura 7 - Mapa isoceurânico da região Sudeste

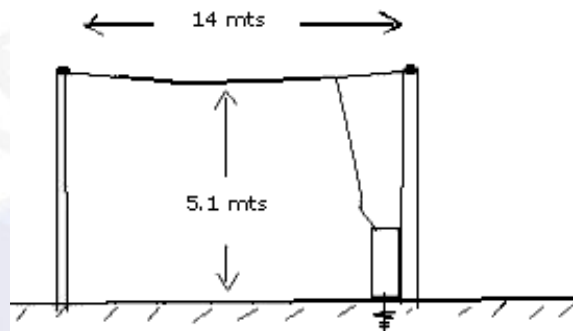


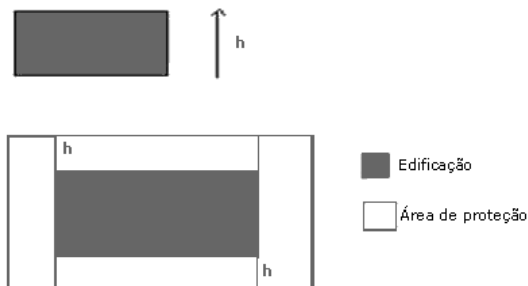
Figura 8 – detector de raios com antena horizontal

10.2. Critério de avaliação da necessidade de proteção (SPDA)

A decisão de proteger uma determinada estrutura pode ser de ordem legal (códigos de obras municipais – Brasil), uma preocupação do proprietário para evitar prejuízos materiais e pessoais, ou exigência das seguradoras já que raios provocam danos e incêndio. O método pode vir especificado pelo código de obras ou ser um dos existentes na norma ABNT NBR 5419.

Área de atração

É a área da vista aérea aumentada proporcionalmente a uma vez a altura da estrutura (NBR5419) e três vezes a altura IEC1024-I.



Área de proteção conforme norma Brasileira

Figura 9 – Área de proteção

Fórmula Para Cálculos

Formação paralelepipedica: $A_p = \text{áreabase} + (2 \times \text{áreadabase} \times h) + (\pi \times h^2)$ (10)

Densidade de raios: $N_g = 0,04 \times T_d^{1,25}$ (Td = número de dias com trovoadas)
(11)

Com a área de proteção calcula-se a probabilidade de queda de raios:

$$P = A_p \times N_g \times 10^{-6} \quad \boxed{P = A_p \times N_g \times 0,000001} \quad (12)$$

Logo teremos a probabilidade de ocorrência de raios em uma determinada estrutura, ou seja, de quantos em quantos anos cairá um raio na estrutura.

Com isto podemos calcular a obrigação de proteção ou não pela norma:

$$P_0 = P \times A \times B \times C \times D \times E \quad (13) \quad \boxed{P_0 = P \times A \times B \times C \times D \times E}$$

Se $P_0 \leq 10^{-5}$ será desnecessário, se $P_0 > 10^{-3}$ será obrigatório a proteção e $P_0 \approx 10^{-3}$ a decisão do uso ou não ficará a cargo do projetista.

Fatores A, B, C, D, E de atração de raios.

Tabela 1 – Fator de ponderação quanto ao tipo de ocupação

Tipo de ocupação	Fator A
Casas	0,3
Casas com antenas externas	0,7
Fábricas e laboratórios	1,0
Escritórios, hotéis, apartamentos	1,2
Shopping, estádios, exposições	1,3
Escolas e Hospitais	1,7

Fonte: ABNT NBR 5419

Tabela 2 – Fator de ponderação quanto ao material de construção

Material de construção	Fator B
Metal revestido, não metálico	0,2
Concreto, cobertura não metálica	0,4
Metal ou concreto, cobertura metálica	0,8
Alvenaria	1,0
Madeira	1,4
Alvenaria ou madeira com cobertura metálica	1,7
Cobertura de palha	2,0

Fonte: ABNT NBR 5419

Tabela 3 – Fator de ponderação quanto ao conteúdo do local

Conteúdo	Fator C
Comum, sem valor	0,3
Sensível a danos	0,8
Subestação, gás, Telecom.	1,0
Museu e monumentos	1,3
Escolas e hospitais	1,7

Fonte: ABNT NBR 5419

Tabela 4 - Fator de ponderação quanto à localização

Localização	Fator D
Rodeado por árvores ou estruturas	0,4
Semi-isolada	1,0
Isolada	2,0

Fonte: ABNT NBR 5419

Tabela 5- Fator de ponderação quanto à topografia

Topografia	Fator E
Planície	0,3
Colina	1,0
Montanha, 300 a 900 m.	1,3
Montanha acima de 900 m.	1,7

Fonte: ABNT NBR 5419

10.3. Método de proteção aprovado pela norma.

Uma vez feita a análise de necessidade da proteção de uma determinada estrutura e determinado o nível de proteção necessária, o próximo passo é escolher o sistema de proteção (Gaiola de Faraday, Franklin, Modelo Eletrogeométrico – EGM ou misto), nesta hora o correto é reunir o engenheiro eletricista e o arquiteto e ambos definirem o sistema mais adequado à estrutura e ao nível de proteção definido.

Uma vez definido o sistema de proteção, se necessário efetuar o cálculo dos componentes que compõem o sistema de forma a assegurar a eficiência do mesmo, assim como evitar os danos e falhas possíveis.

Método Franklin

Este método se baseia no uso de captos pontiagudos colocados em mastros verticais para se aproveitar os efeitos das pontas, (quanto maior a altura maior o volume protegido), volume este que tem a forma de um cone formado pelo triângulo retângulo girado em torno do mastro.

No caso de condutores horizontais suportados por hastes verticais, será obtido pelo deslocamento horizontal do cone de proteção desde a posição de uma haste até a posição da outra haste.

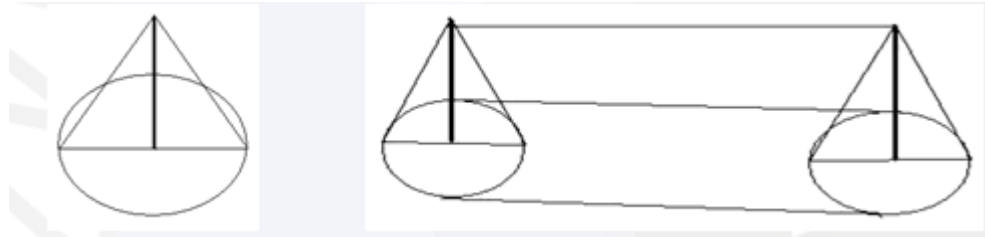


Figura 10 – Volume de proteção de haste vertical

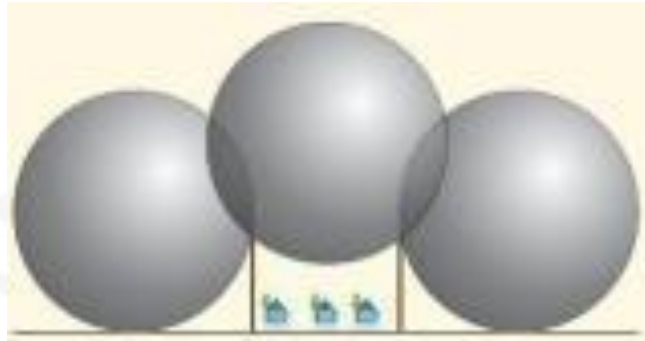


Figura 11 – Esferas de proteção

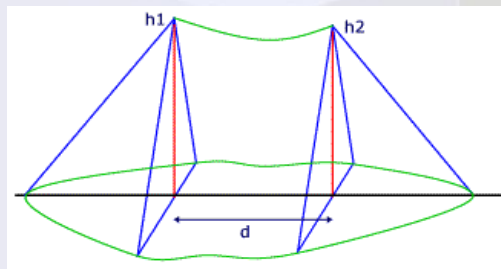


Figura 12 - Volume de proteção de haste com condutor horizontal

A linha curva entre h_1 e h_2 tem forma de parábola e, assim, a equação genérica da sua altura h em relação ao solo será: $h = ax^2 + bx + c$ (13), onde x é a distância horizontal em relação à h_1 . $h = ax^2 + bx + c$ E os coeficientes são dados por:

$$a = \frac{(h_2 - h_1)d^2\sqrt{3}}{3d} \quad (14) \quad b = \frac{-\sqrt{3}}{3} \quad (15) \quad c = h_1 \quad (16)$$

Tabela 6– Ângulo de proteção.

Nível\H	< 20m	< 30m	< 45m	< 60m
---------	-------	-------	-------	-------

I	25°	*	*	*
II	35°	25°	*	*
III	45°	35°	25°	*
IV	55°	45°	35°	25°

Fonte: ABNT NBR 5419

Entre dois captores próximos pode-se aumentar em 10° o ângulo na parte interna entre eles e na externa vale o da tabela acima.

Método Eletrogeométrico (EGM)

É considerada a mais completa ferramenta para proteção de estruturas, é baseado em métodos científicos de observação e medição dos parâmetros dos raios e ensaios de laboratórios de alta tensão.

No modelo eletrogeométrico considera-se que o líder descendente caminha na direção vertical em direção a terra em degraus dentro de uma esfera cujo raio depende da carga da nuvem ou da corrente do raio e será desviado da trajetória original por algum objeto aterrado,

A descarga se dará no ponto onde a esfera tocar este objeto ou na terra, aquele que for primeiro alcançado pela esfera. O raio da esfera é considerado o raio de atração.

$$\text{Distância de atração: } Ra = 10xI^{0,66} \quad Ra = 10 \times I^{0,66} \quad (17)$$

Se considerarmos um captor como uma haste vertical de altura H sua zona de proteção será definida pela equação de uma esfera que define a superfície de

$$\text{proteção: } R^2 = (X - x)^2 + (Y - y)^2 \quad (18)$$



Figura 13 – Exemplo do método eletro geométrico (EGM)

Tabela 7 – Conceito da distância R

Nível	I	II	III	IV
Distância R em metros	20	30	45	60

Fonte: ABNT NBR 5419:2005

Toda estrutura a ser protegida tem que estar dentro do volume formado pelo deslocamento da esfera pelo condutor.

Método de Faraday

Este método consiste em instalar um sistema de captores formado por condutores horizontais interligados em forma de malha, quanto menor for a distância entre os condutores da malha melhor será a proteção obtida.



Figura 14 – Exemplos de utilização do método de Faraday

Tabela 1 – Dimensões fixadas

Nível	Malha
I	5 x 7,5
II	10 x 15
III	10 x 15
IV	20 x 20

Fonte: ABNT NBR 5419

Ainda é prática utilizar pequenos captores verticais, com 30 a 50 cm de altura, separados por uma distância de 5 a 8 metros ao longo dos condutores da malha, conforme norma inglesa BS 6651.

É bom lembrar que não se devem colocar condutores elétricos paralelos aos condutores da malha na parte interior da estrutura e próximo aos mesmos.

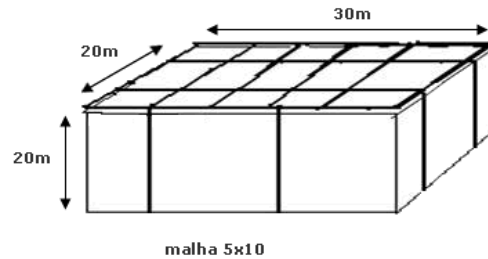


Figura 15 - Volume protegido por malha 5 x 10 em método de Faraday

10.4. Natureza das coberturas e a aplicação de terminais aéreos

Dada a natureza da física da circulação de correntes de raios sobre as superfícies das estruturas das edificações, em se tratando de superfícies de massas metálicas significativas, considerando-se a grande distorção do campo elétrico que as mesmas provocam as medidas complementares de proteção, são restritas e praticamente nada pode ser feito para evitarem-se impactos diretos.

Contudo, pode-se aumentar a probabilidade de impactos pontuais sobre artefatos com função específica, provocando aumento de campo elétrico em pontos pré-determinados com aplicação de terminais aéreos de pequeno porte (altura de \approx 30 cm). Certamente estes artefatos não têm grande poder de direcionamento de impactos, contudo, em grande número aumenta a probabilidade da ocorrência de impactos sobre si, aumentando, o grau probabilístico de proteção das superfícies expostas com outras funções específicas.

Em nossa longa experiência em projetos e aplicações, temos atestado evidências de que essa metodologia é eficaz.

10.5. Observações sobre a malha geral de aterramento.

A Malha Geral visa primordialmente à minoração do “rate” de atenuação da queda de potencial ao longo das distâncias, para epicentros de injeções de correntes de pulsos de alta frequência, sejam estas injeções ocorrendo diretamente na Malha ou por acoplamento de frentes de ondas partidas de pontos remotos.

Uma pesada injeção de corrente no solo define um epicentro de propagação com uma acentuada queda de potencial ao longo das distâncias radiais gerando perigosos gradientes de potencial para as referencias elétricas dos sistemas.

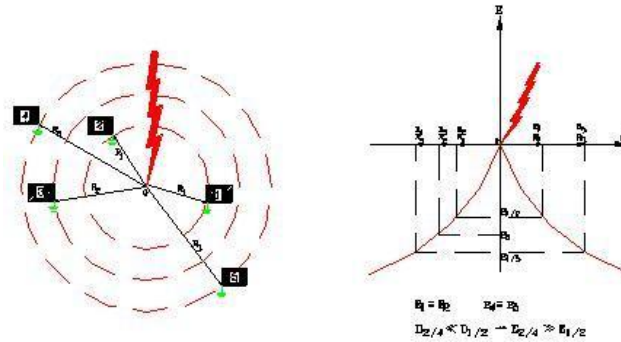


Figura 16 - Representação gráfica da distribuição de potenciais no solo durante a injeção de corrente de raio

Deve-se considerar também que correntes de raios são de natureza muito diferente das correntes elétricas conhecidas (60 Hz), por circularem em altíssima velocidade, não através do cerne dos condutores, mas sim com muito maior incidência por suas superfícies.

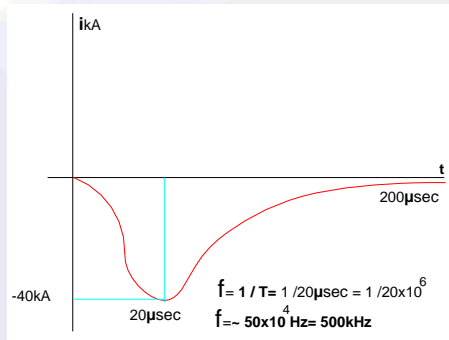


Figura 17 - Representação típica do escoamento da corrente ao longo do tempo para um choque de raio e estimativa da frequência do pulso.

Para a atividade cerâmica típica do Brasil, um choque de raio pode dissipar uma corrente média de 40 kA em um tempo total de escoamento de 200 microssegundos, chegando ao pico de corrente em 20 microssegundos (a notação negativa da corrente atem-se à polaridade mais comum das descargas), assim estimamos a frequência do pulso em aproximadamente 500 kHz. Ou seja, vamos ter uma enorme reflexão de onda no momento da injeção, uma polarização progressiva das camadas superficiais do solo e um surto de impedância colossal para a penetração às camadas mais profundas.

Então, teremos variáveis no tempo, praticamente todos os parâmetros aplicáveis para cálculos usuais a 60 Hz, para a avaliação da impedância total $X_t = X_r + X_c + X_i$ (19) e da reatância indutiva $X = 2\pi FL$ (20), determinante para esse caso, como: $\rho, f(i, t) = (\rho, di/dt) F(t)$ considerando-se a natural ocorrência de vários choques no mesmo canal de descarga.

Assim, em função da demanda natural de conexões ao longo dos perímetros das edificações, define-se obrigatoriamente a extensão da Malha Geral, que em face da sua magnitude ultrapassa folgadoamente as exigências de um valor estabelecido a 60 Hz (10 ohm, por exemplo), onde o que se avalia pelo método da queda de potencial é somente o X_r , quando o que seria correto é considerar a impedância total do sistema.

Fica evidente assim, porque a metodologia de cálculos de malhas para SEs não é aplicável ao caso dos SPDAs.

Visto que, para as funções de condução e circulação de correntes do SPDA as correntes trafegam mais significativamente por superfícies ionizadas, as resistências de contato à baixa frequência não são importantes e assim são satisfatórias as conexões “mecânicas” através de conectores usuais, das descidas, interligações e trechos dedicados do aterramento.

Não foram obtidos dados adequados e informações sobre a Malha geral de Aterramento existente bem como sobre tubulações e massas metálicas significativas enterradas. Assim sendo, o critério mais correto e plenamente suficiente para a dissipação das correntes de descargas atmosféricas, **será a interconexão das descidas do sistema, com uma nova malha geral de aterramento a ser construída em volta de cada edificação e que se torna conhecida, através deste projeto em escala, com definições corretas dos materiais conforme a NBR 5419/2005. Todas as malhas entre edificações deverão estar interconectadas.**

Algumas medidas de configuração pontual de “*conexões estratégicas de terra*” foram recomendadas, conforme os desenhos da solução técnica, tendo sido adotadas interconexões entre, praticamente todos os sistemas de terra das edificações ou blocos delas e massas metálicas significativas.

Quanto à eficácia do “aterramento”, o que interessa, portanto não é o valor da resistência elétrica do aterramento medido pelo terrômetro, mas sim o comportamento do escoamento dos pulsos pela superfície do solo, favorecido pelo menor surto de impedância possível. NO entanto em obediência a NBR 5419 o melhor é que o valor esteja próximo e abaixo de 10Ω .

Devem ser consideradas com cautela as medições de aterramento feitas através dos métodos usuais para a avaliação da componente resistiva da

impedância total do sistema, visto que, em se tratando de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, os critérios deveriam ir além da indicação contida na norma ABNT NBR 5419 que, aliás, é omissa neste particular.

É necessário esclarecer que em se tratando de pulsos de frequência elevada o que conta é a impedância do sistema de aterramento, a qual é composta **não só pelo fator resistivo, mas principalmente pela reatância indutiva**. Assim sendo, as medidas obtidas conforme o prescrito em norma devem ser mais indicações qualitativas de continuidade elétrica ou contato eletroquímico com o solo, do que valores indicativos da impedância de aterramento, **até porque há uma grande quantidade de massas metálicas enterradas, o que sem dúvida, constitui-se num fator de distorção ou influência nas medições bastante significativas**.

Os valores obtidos são oriundos de uma medição **dentro da "área de influência"** das massas metálicas enterradas por restrições naturais do **método da queda de potencial** e devido à extensão daquelas massas metálicas enterradas (como o hidrantes, malhas de pro tensão de pisos, ferragens de baldrame, etc.) por onde também circulam as correntes injetadas.

Em suma estas medidas não podem ser tomadas como algo extremamente significativo fisicamente para o processo de circulação de um surto de alta frequência oriundo de uma descarga atmosférica, já que são representativas de somente uma componente da **impedância total** do sistema (**componente reativa**, de importância para baixas frequências) ao passo que a impedância total é:

$$X_t = X_r + X_c + X_i \quad (19). \text{ Onde: } X = 2\pi FL \quad (20)$$

F = frequência do surto

L = indutância do sistema

A **reatância indutiva X_i** é extremamente importante e não considerada nos métodos usuais de medição. Portanto, a medição tradicional solicitada por norma deve ser avaliada muito mais **"qualitativamente"** sob o ponto de vista de "resistências de contato" dos eletrodos e partes da estrutura com o solo, continuidade, etc., do que "quantitativamente" como valores que vão definitivamente qualificar o desempenho do sistema.

10.6. Observações sobre a haste de aterramento

Conforme norma ABNT NBR 13571:1996 – Haste de aterramento aço cobreada e acessórios. Podemos utilizar como referência esses seguintes itens:

10.6.1. Haste de aterramento aço cobreada

Eletrodo de aterramento constituído por uma barra cilíndrica rígida de aço cobreado por eletroposição.

10.6.2. Materiais

As hastes de aterramento aço cobreadas e seus acessórios devem ser fabricados com materiais de primeira qualidade que suportem as condições elétricas, mecânicas e químicas – resistência à corrosão – a que são submetidos quando instalados.

Nas hastes de aterramento aço cobreadas são utilizados, basicamente, aço-carbono para o seu núcleo e cobre para a sua parte externa protetora. Em seus acessórios são utilizados ligas de cobre de características elétricas, mecânicas e de resistência à corrosão que atendam às condições adequadas ao seu bom funcionamento.

10.6.3. Fabricação

Uma haste de aterramento aço cobreada é constituída por uma barra cilíndrica trefilada de aço-carbono recoberta por uma camada de cobre protetora contra corrosão.

O conector de aterramento e a luva de emenda utilizada em combinações extensíveis devem ser fabricados em ligas de cobre de alta resistência mecânica.

Uma das extremidades da haste deve ter ponta conforme indicado na figura 18 deste memorial, e figura 1 do anexo A da NBR 13571:1996 , a fim de facilitar sua penetração no solo.

10.6.4. Identificação

Na extremidade superior das hastes de aterramento aço cobreadas, conforme a figura 1 do anexo a devem constar de forma legível e indelével, as seguintes marcações:

- a) Nome ou marca do fabricante;

- b) Dimensões (comprimento, diâmetro e espessura da camada de cobre);
- c) Número desta norma;
- d) Data de fabricação: mês/ ano

O conector de aterramento e a luva de emenda devem ser identificados com as seguintes marcações, de forma legível e indelével:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Dimensões que os relacione com a haste.

10.6.5. Acondicionamento

As hastes de aterramento aço cobreadas devem ser acondicionadas em feixe ou amarrados, cintados, a critério do fabricante, em dois ou três pontos em função de seu comprimento, em seus extremos ou seu centro e extremos, de maneira facilitar a sua movimentação.

Não é permitida a utilização de papel ou papelão simples ou corrugado em contato direto com as hastes de aterramento aço cobreadas, pois estes, sob efeito de água ou umidade, podem causar a corrosão das hastes.

10.6.6. Resistências elétricas

Resistência elétrica da conexão de aterramento

A resistência elétrica equivalente da conexão entre haste e condutor de aterramento é dada pela soma de três parcelas;

- a) Resistência elétrica de contato entre haste e conector de aterramento;
- b) Resistência elétrica do próprio conector de aterramento;
- c) Resistência elétrica de contato entre conector de aterramento e condutor de aterramento;

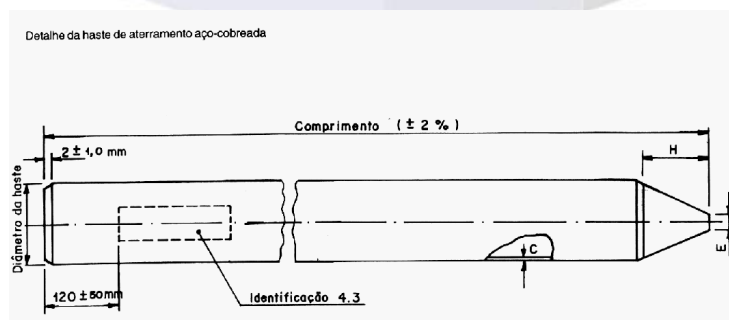


Figura 18 - Conforme ABNT NBR 13571:1996 – Anexo A – pág. 7.

11. Área de atração para efeitos de cobertura de SPDA

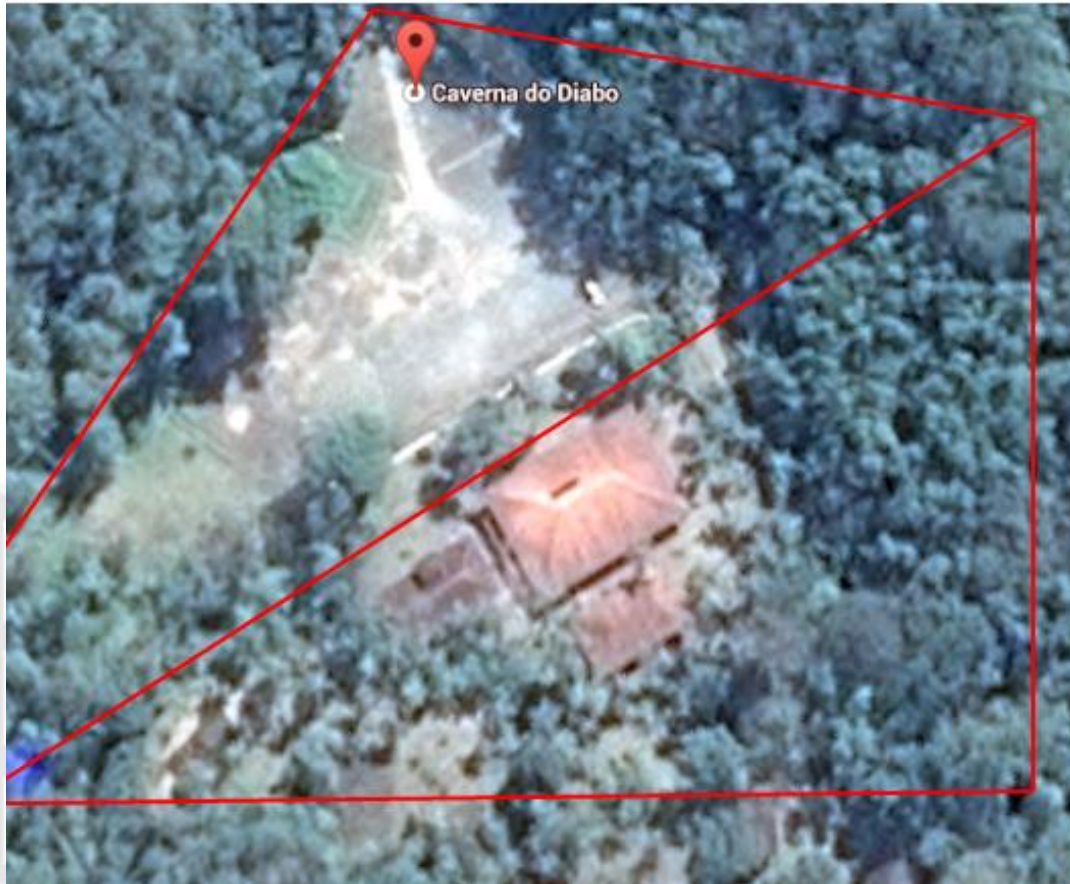


Figura 19 – Imagem do Google Earth – vista aérea do local

12. Master plant da Área de atração geral



Figura 20 – Master plant

13. Edificação 1 – Banheiros

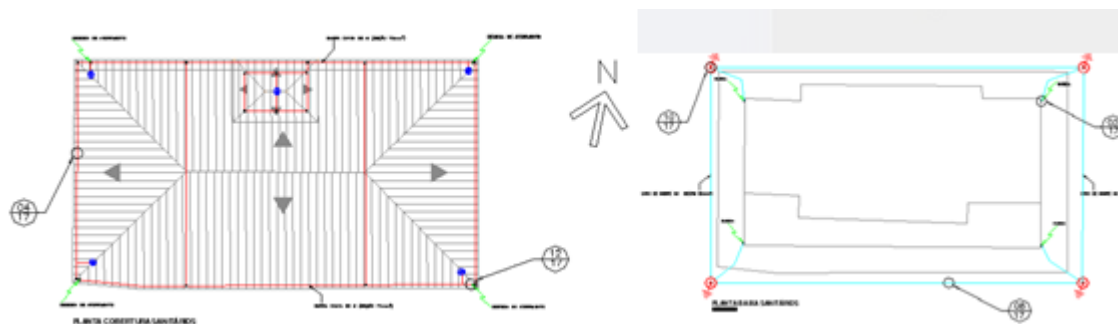


Figura 21 – projeto de SPDA dos banheiros

Implantação de um sistema de captação contra choques diretos das descargas atmosféricas (raios), que será instalado em **anel perimetral de barra chata de alumínio de 5/8" x 1/8"**. A essa cobertura serão instalados **cinco terminais aéreos em aço Inoxidável sobre o telhado**, sendo quatro peças nos cantos do telhado e uma peça na clarabóia, estes serão interligados diretamente com a barra chata de alumínio de 5/8"x1/8". Sendo 4 unidades nos cantos e uma unidade centralizada no telhado, distribuídos estrategicamente sobre a cobertura da edificação, conforme a norma ABNT NBR 5419:2005. Conforme memorial de cálculos anexo a este processo.



Figura 22 – Fita de alumínio instalada diretamente no telhado

As quatro descidas serão feitas com o mesmo material, barra chata de alumínio de 5/8"x1/8" e as conexões entre a barra do telhado e a barra de descida,

serão feitas com cabo de cobre nu de 35mm², e na base serão interligadas também por cabo e terminal de pressão diretamente as hastes e cabos da malha de aterramento dentro das respectivas caixas de inspeção. (Conforme Planta e cortes da edificação N.1 deste projeto J.A-CD-200.5-1214-00-PB).



Figura 23 – Descida de fita de alumínio na parede.



Figura 24 – exemplo de instalação da caixa de inspeção

A malha de aterramento em volta da edificação deverá ser feita com cabos de 50 mm² numa profundidade mínima de 500 mm ou 0,5 m conforme item 5.1.3.5.2 da NBR 5419 que diz que eletrodos de aterramento formados de condutores em anel ou condutores horizontais radiais devem ser instalados a esta profundidade mínima.

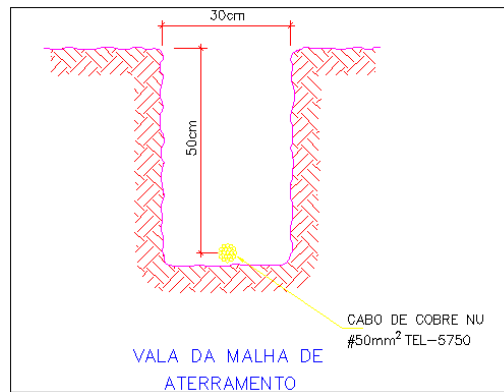


Figura 25 - exemplo de vala da malha de aterramento

As instalações de SPDA existentes deverão ser removidas pela instaladora, logo após deverá ser realizada a instalação do novo sistema de proteção.

As valas deverão ser escavadas a uma distância de 1 a 1,5m do perímetro da edificação, desta forma, as calçadas, os passeios e os pavimentos em torno das edificações serão demolidos para a escavação, a executante da instalação do novo sistema de SPDA deverá fazer a recomposição e restauração destes locais, deixando-os em perfeitas condições para circulação dos visitantes e funcionários do Parque.

Após a escavação e o reaterro das valas, deverá ser realizada a limpeza do local das instalações, esta limpeza contempla o bota-fora do material resultante ao empolamento do solo, o descarte das instalações de SPDA existentes e o descarte dos demais resíduos provenientes da instalação do novo sistema de SPDA, a limpeza deverá garantir a total remoção de detritos, deixando o parque em perfeitas condições de visitação.

Nota: Todos os procedimentos e arranjo adotado nesta edificação são válidos para todas as demais edificações do parque. As diferenças ocorrerão em função das dimensões que conforme memória de cálculos, definirá maior ou menor número de captores e descidas.

Os captores e os condutores de descida devem ser firmemente fixados, de modo a impedir que esforços eletrodinâmicos, ou esforços mecânicos acidentais possam causar sua ruptura.

Conforme item 5.1.2.4.1 da NBR 5419 os cabos de descida devem ser retílicos e verticais, de modo a prover o trajeto mais curto e direto para a terra. Laços ou curvas elevadas devem ser evitados, para evitar centelhamento.

Portanto a conexão entre o anel superior e a descida, deverá passar por um furo na telha, tornando o trajeto retilíneo, e evitando o laço, que produz centelhamento.



Figura 26 – exemplo de como não fazer a descida

Na imagem acima um exemplo clássico de uma maneira errada de fazer a descida do pára-raios. O Raio não faz curvas, parte da descarga vai produzir centelhas fora do curso da descida.

14. Edificação 2 – Restaurante

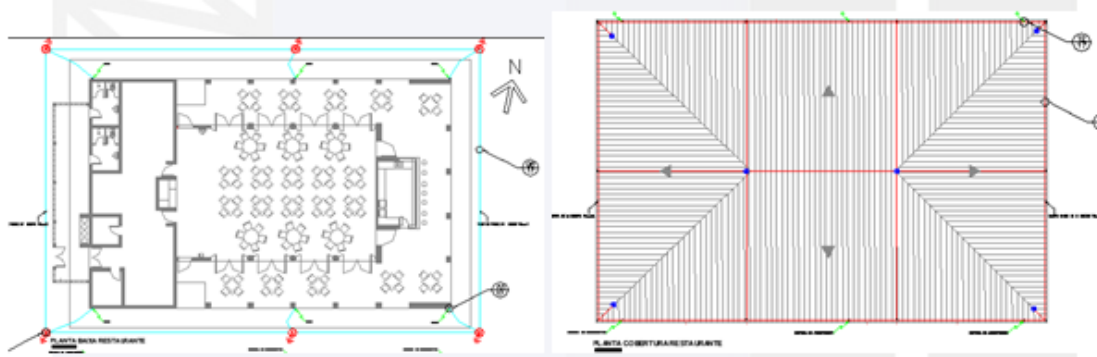


Figura 27 – Projeto SPDA da edificação do restaurante

Em função da mesma forma geométrica, apesar das diferentes dimensões as edificações maiores, terão as mesmas configurações. Os calculos resultaram em valores bastante próximos e por boas práticas de instalação e bom senso profissional, adotamos os mesmos esquemas.

Implantação de um sistema de captação contra choques diretos das descargas atmosféricas (raios), que será instalado em anel perimetral de barra chata de alumínio de 5/8" x 1/8" formando uma gaiola de Faraday com mesh equivalente as suas dimensões, ou seja anel perimetral e duas derivações transversais. Nesta cobertura serão instalados seis terminais aéreos em aço inoxidável sobre o telhado, e serão interligados diretamente com a barra chata de alumínio de 5/8"x1/8". Sendo 4 unidades nos cantos e uma unidade centralizada no telhado, distribuídos estrategicamente sobre a cobertura da edificação, conforme a norma ABNT NBR 5419:2005. E conforme memorial de cálculos anexo a este processo.

As descidas num total de quatro, serão feitas com o mesmo material, barra chata de alumínio de 5/8"x1/8" e as conexões entre a barra do telhado e a barra de descida, serão feitas com cabo de cobre nu de 35mm², e na base serão interligadas também por cabo e terminal de pressão diretamente as hastes e cabos da malha de aterramento dentro das respectivas caixas de inspeção. (Conforme Planta e cortes da edificação N.2 deste projeto J.A-CD-200.6-1214-00-PR).

A malha de aterramento em volta da edificação deverá ser feita com cabos de 50 mm² numa profundidade mínima de 500 mm ou 0,5 m conforme item 5.1.3.5.2 da NBR 5419 que diz que eletrodos de aterramento formados de condutores em anel ou condutores horizontais radiais devem ser instalados a esta profundidade mínima.

A malha de aterramento em anel, em volta do restaurante, deverá ser conectada a malha de aterramento dos banheiros.

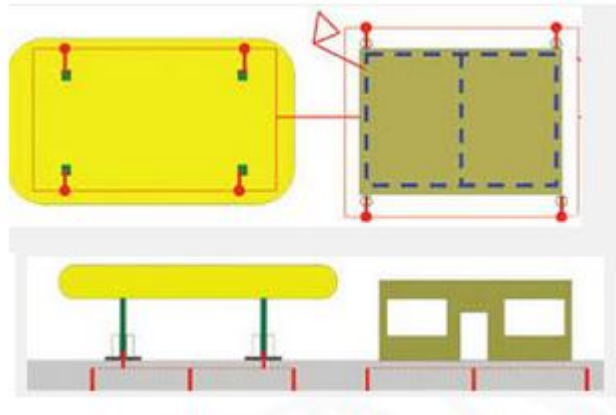


Figura 28 – Configuração de conexão entre malhas

As instalações existentes deverão ser removidas pela instaladora, logo após a instalação do novo sistema de proteção.

15. Edificação 3 - Museu/ Centro de visitantes

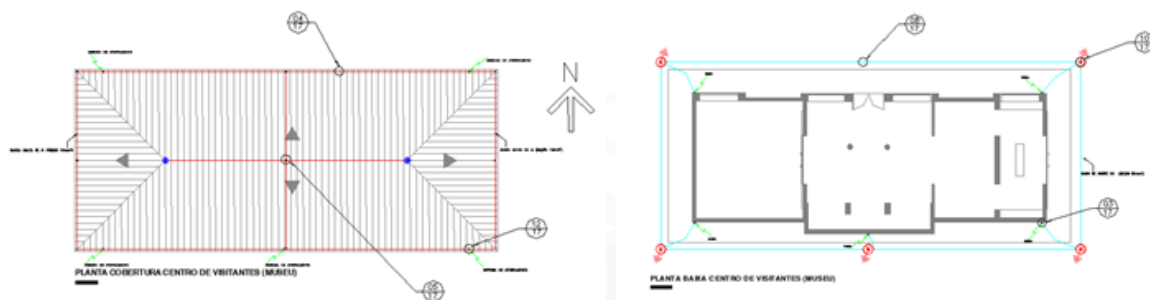


Figura 29 – Projeto SPDA Centro de visitantes

Implantação de um sistema de captação contra choques diretos das descargas atmosféricas (raios), que será instalado em anel perimetral de barra chata de alumínio de 5/8" x 1/8" formando uma gaiola de Faraday com mesh equivalente as suas dimensões, ou seja anel perimetral e uma derivação transversal. Nesta cobertura serão instalados também 6 terminais aéreos em aço Inoxidável sobre o telhado, e serão interligados diretamente com a barra chata de alumínio de 5/8"x1/8". Sendo quatro unidades nos cantos e duas unidades na cumeeira, distribuídos estrategicamente sobre a cobertura da edificação, conforme a norma ABNT NBR 5419:2005. E Conforme memorial de cálculos anexo a este processo.

As descidas num total de quatro, serão feitas com o mesmo material, barra chata de alumínio de 5/8"x1/8" e as conexões entre a barra do telhado e a barra de descida, serão feitas com cabo de cobre nu de 35mm², e na base serão interligadas também por cabo e terminal de pressão diretamente as hastes e cabos da malha de

aterramento dentro das respectivas caixas de inspeção. (Conforme Planta e cortes da edificação N.3 deste projeto J.A-CD-200.7-1214-00-PR).

A malha de aterramento em volta da edificação deverá ser feita com cabos de 50 mm² numa profundidade mínima de 500 mm ou 0,5 m conforme item 5.1.3.5.2 da NBR 5419 que diz que eletrodos de aterramento formados de condutores em anel ou condutores horizontais radiais devem ser instalados a esta profundidade mínima.

A malha de aterramento em volta do Museu deverá ser conectada a malha de aterramento do restaurante.

As instalações existentes deverão ser removidas pela instaladora, logo após a instalação do novo sistema de proteção.

16. Edificação 4 – Monitoria

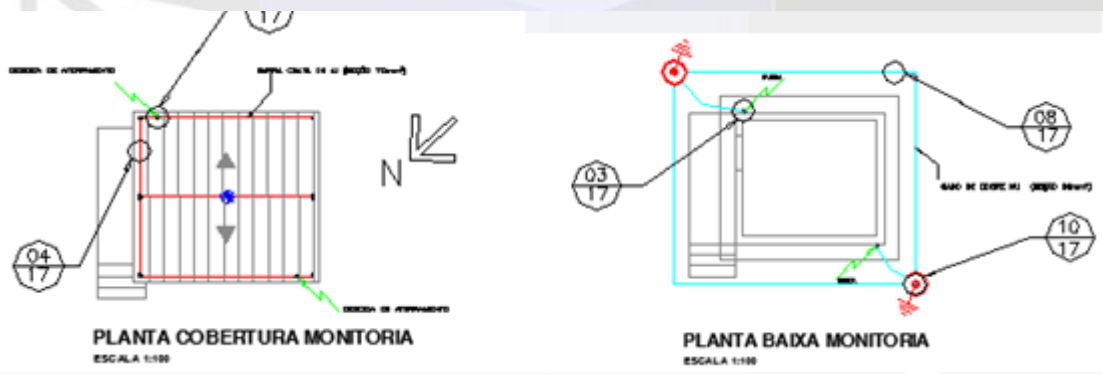


Figura 30 – Projeto SPDA Monitoria

Edificação considerada pequena: Comprimento = 4 m Largura = 3.5 m
Altura = 3 m. Não haveria necessidade de anel intermediário, mas por boas práticas assumimos que será mantido o mesmo padrão das edificações anteriores e por isso, será Implantado um sistema de captação contra choques diretos das descargas atmosféricas (raios), que será instalado em anel perimetral de barra chata de alumínio de 5/8" x 1/8" e único terminal aéreo de aço Inoxidável sobre o telhado, que será interligado diretamente a barra chata de alumínio conforme a norma ABNT NBR 5419:2005. E Conforme memorial de cálculos anexo a este processo.

Serão duas descidas feitas com o mesmo material, barra chata de alumínio de 5/8"x1/8" e as conexões entre a barra do telhado e a barra de descida, serão

feitas com cabo de cobre nu de 35mm², e na base serão interligadas também por cabo e terminal de pressão diretamente as hastes e cabos da malha de aterramento dentro das respectivas caixas de inspeção. (Conforme Planta e cortes da edificação N.4 deste projeto J.A-CD-200.8-1214-00-PR).

A malha de aterramento em volta da edificação deverá ser feita com cabos de 50 mm² numa profundidade mínima de 500 mm ou 0,5 m conforme item 5.1.3.5.2 da NBR 5419 que diz que eletrodos de aterramento formados de condutores em anel ou condutores horizontais radiais devem ser instalados a esta profundidade mínima.

17. Edificação 5 – Caixa d'água

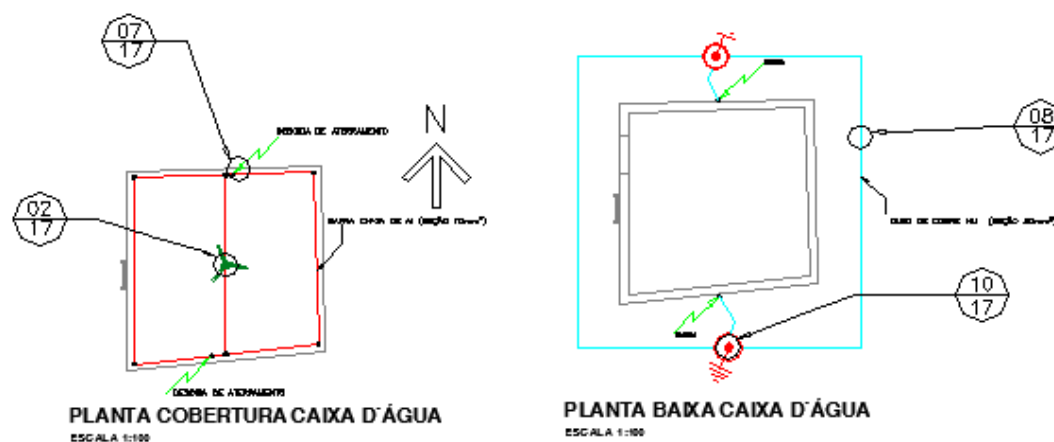


Figura 31 – projeto SPDA da cx. d'água

Sistema composto por um anel de barra chata de alumínio de 5/8" x 1/8" e um captor tipo Franklin no topo da caixa, com duas descidas também em barra chata de alumínio. Neste caso a conexão entre descida e anel superior será com o mesmo material.

Em volta da Caixa d'água será construído uma malha de aterramento em anel fechado a 0,5 m de profundidade e as duas descidas serão conectadas a esta malha. Esta malha deverá esta interligada com a malha do museu e com a malha do filtro de abastecimento. (Conforme Planta e cortes da edificação N.5 deste projeto J.A-CD-200.9-1214-00-PR).

18. Edificação 6 – Chalé de pesquisas

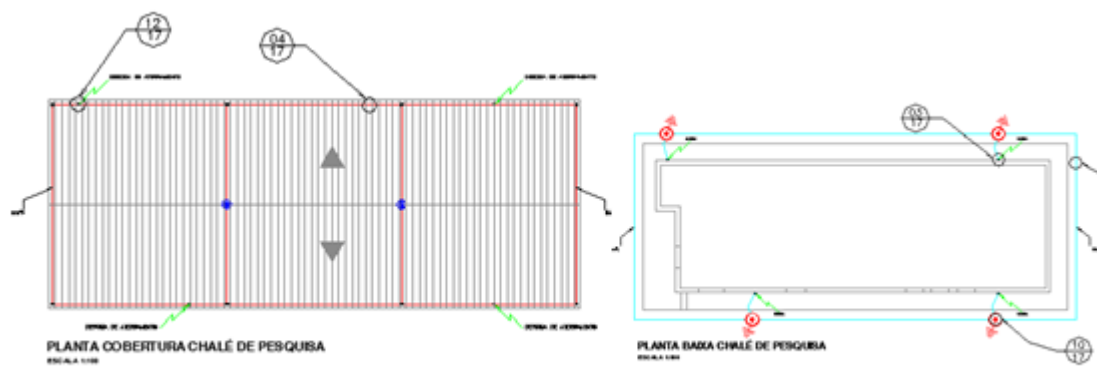


Figura 32 – Projeto SPDA do chalé de pesquisas

Implantação de um sistema de captação contra choques diretos das descargas atmosféricas (raios), que será instalado em anel perimetral de barra chata de alumínio de 5/8" x 1/8" formando uma gaiola de Faraday com mesh equivalente as suas dimensões, ou seja, anel perimetral e duas derivações transversais. Nesta cobertura serão instalados também seis terminais aéreos em aço inoxidável sobre o telhado, e serão interligados diretamente com a barra chata de alumínio de 5/8"x1/8". Sendo quatro unidades nos cantos e duas unidades na cumeeira, distribuídos estrategicamente sobre a cobertura da edificação, conforme a norma ABNT NBR 5419:2005. E conforme memorial de cálculos anexo a este processo.

As descidas num total de quatro, serão feitas com o mesmo material, barra chata de alumínio de 5/8"x1/8" e as conexões entre a barra do telhado e a barra de descida, serão feitas com cabo de cobre nu de 35mm², e na base serão interligadas também por cabo e terminal de pressão diretamente as hastes e cabos da malha de aterramento dentro das respectivas caixas de inspeção. (Conforme Planta e cortes da edificação N.6 deste projeto J.A-CD-200.10-1214-00-PR).

A malha de aterramento em volta da edificação deverá ser feita com cabos de 50 mm² numa profundidade mínima de 500 mm ou 0,5 m conforme item 5.1.3.5.2 da NBR 5419 que diz que eletrodos de aterramento formados de condutores em anel ou condutores horizontais radiais devem ser instalados a esta profundidade mínima.

A malha de aterramento em anel, em volta do chalé de pesquisas, deverá ser conectada a malha de aterramento do depósito ou da torre, o que estiver mais próximo.

19. Edificação 7 – Depósito

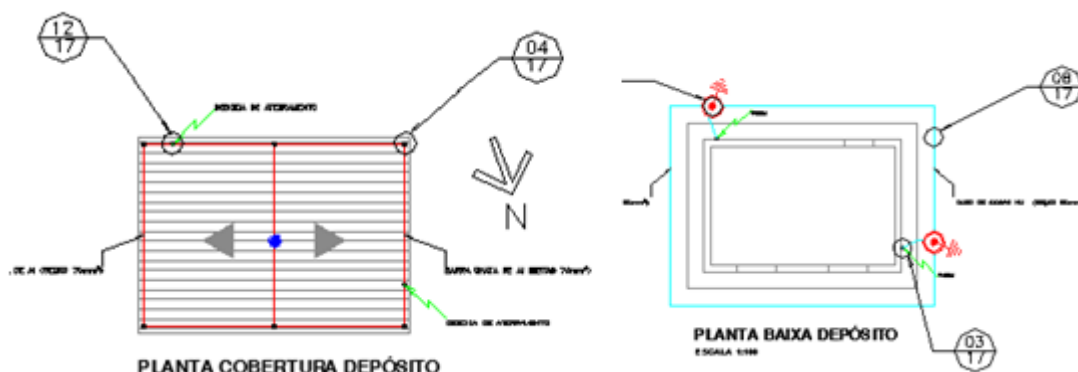


Figura 33 – Projeto SPDA depósito

Sistema composto por um anel de barra chata de alumínio de 5/8” x 1/8” e um captor tipo haste de aço inoxidável ou haste de aço inoxidável no telhado, com duas descidas transversais em função das portas e janelas que inibem que sejam retilíneas. As descidas também serão em barra chata de alumínio. Neste caso a conexão entre descida e anel superior será com cabo, passando por orifício na telha, de forma que se torne o mais reto possível em relação a descida com barra chata.

Em volta da edificação será construída uma malha de aterramento em anel fechado a 0,5 m de profundidade e as duas descidas serão conectadas a esta malha. Esta malha deverá esta interligada com a malha da administração e da torre. (Conforme Planta e cortes da edificação N.7 deste projeto J.A-CD-200.11-1214-00-PR).

20. Edificação 8 – Filtro de abastecimento

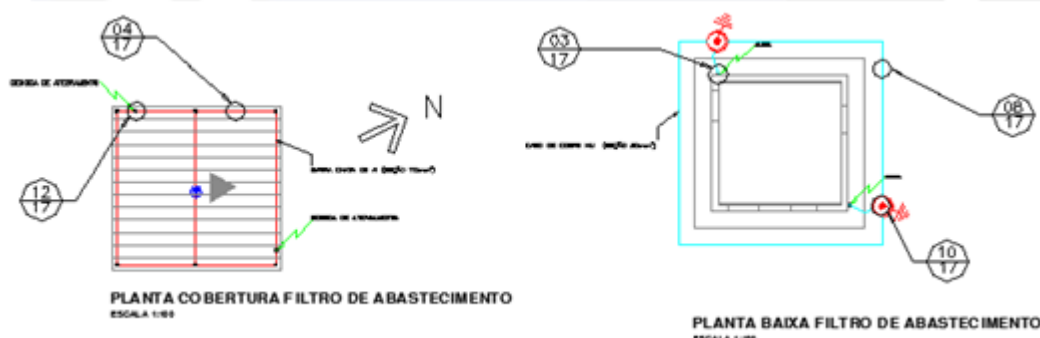


Figura 34 – Projeto SPDA Filtro abastecimento

Edificação pequena de uma água apenas, sistema composto por um anel de barra chata de alumínio de 5/8” x 1/8” e um único captor aço inoxidável no telhado,

com duas descidas. Apesar do memorial de cálculo resultar em apenas duas descidas. Decidiu-se utilizar as quatro para aumentar o grau de proteção. Quanto maior for o sistema melhor é eficiência e neste caso trata-se de uma edificação um tanto isolada das demais.

As descidas também serão em barra chata de alumínio. Neste caso a conexão entre descida e anel superior será com cabo, passando por orifício na telha, de forma que se torne o mais reto possível em relação a descida com barra chata.

Em volta da edificação será construída uma malha de aterramento em anel fechado a 0,5 m de profundidade e as duas descidas serão conectadas a esta malha. Esta malha deverá esta interligada com a malha da administração. (Conforme Planta e cortes da edificação N.8 deste projeto J.A-CD-200.12-1214-00-PR).

21. Edificação 9 – Casa do gerador

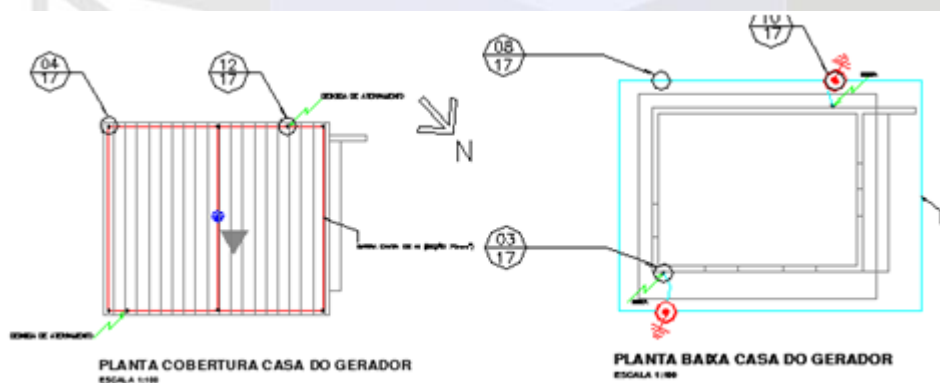


Figura 35 – Projeto SPDA Casa do gerador

Edificação pequena de uma água apenas, sistema composto por um anel de barra chata de alumínio de 5/8” x 1/8” e um único captor aço inoxidável no telhado, com duas descidas. As descidas também serão em barra chata de alumínio. Neste caso a conexão entre descida e anel superior será com cabo, passando por orifício na telha, de forma que se torne o mais reto possível em relação a descida com barra chata. Em volta da edificação será construída uma malha de aterramento em anel fechado a 0,5 m de profundidade e as duas descidas serão conectadas a esta malha. Esta malha deverá esta interligada com a malha da casa do gerador. (Conforme Planta e cortes da edificação N.9 deste projeto J.A-CD-200.13-1214-00-PG).

22. Edificação 10 – Casa do transformador



Figura 36 – Projeto SPDA casa do transformador

Edificação pequena de duas águas, sistema composto por um anel de barra chata de alumínio de 5/8” x 1/8” e um único captor aço inoxidável no telhado, com duas descidas. As descidas também serão em barra chata de alumínio. Neste caso a conexão entre descida e anel superior será com cabo, passando por orifício na telha, de forma que se torne o mais reto possível em relação a descida com barra chata.

Em volta da edificação será construída uma malha de aterramento em anel fechado a 0,5 m de profundidade e as duas descidas serão conectadas a esta malha. Esta malha deverá estar interligada com a malha dos sanitários de acesso a caverna. (Conforme Planta e cortes da edificação N.10 deste projeto J.A-CD-200.13-1214-00-PG).

23. Edificação 11 – Sanitários acesso a caverna

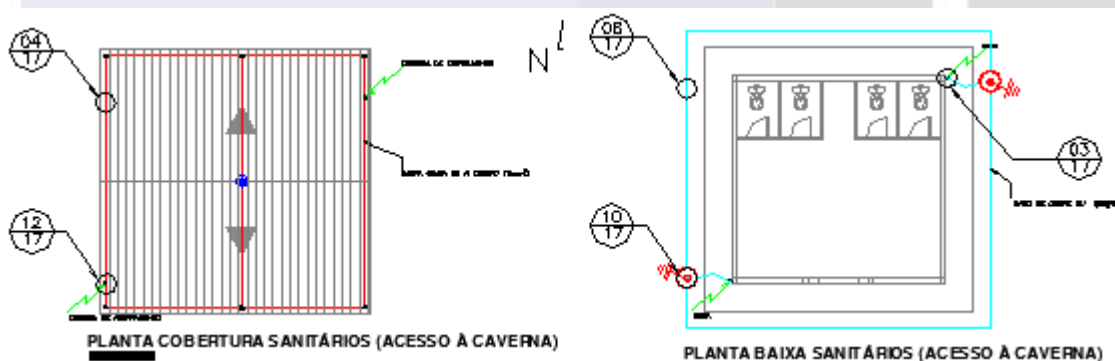


Figura 37 – Projeto SPDA sanitários acesso a caverna

Edificação pequena de duas águas, sistema composto por um anel de barra chata de alumínio de 5/8” x 1/8” e um único captor aço inoxidável no telhado, com duas descidas. As descidas também serão em barra chata de alumínio. Neste caso a conexão entre descida e anel superior será com cabo, passando por orifício na

telha, de forma que se torne o mais reto possível em relação a descida com barra chata.

Em volta da edificação será construída uma malha de aterramento em anel fechado a 0,5 m de profundidade e as duas descidas serão conectadas a esta malha. Esta malha deverá esta interligada com a malha do guichê de acesso a caverna. (Conforme Planta e cortes da edificação N.11 deste projeto J.A-CD-200.17-1214-00-PG).

24. Edificação 12 – Guichê de entrada da caverna



Figura 38 – Projeto SPDA guichê entrada da caverna

Edificação pequena de duas águas, sistema composto por um anel de barra chata de alumínio de 5/8" x 1/8" e um único captor aço inoxidável no telhado, com duas descidas. As descidas também serão em barra chata de alumínio. Neste caso a conexão entre descida e anel superior será com cabo, passando por orifício na telha, de forma que se torne o mais reto possível em relação a descida com barra chata.

Em volta da edificação será construída uma malha de aterramento em anel fechado a 0,5 m de profundidade e as duas descidas serão conectadas a esta malha. Esta malha deverá esta interligada com a malha dos sanitários de acesso a caverna. (Conforme Planta e cortes da edificação N.11 deste projeto J.A-CD-200.17-1214-00-PG).

25. Edificação 13/15 – Estacionamento e guarita

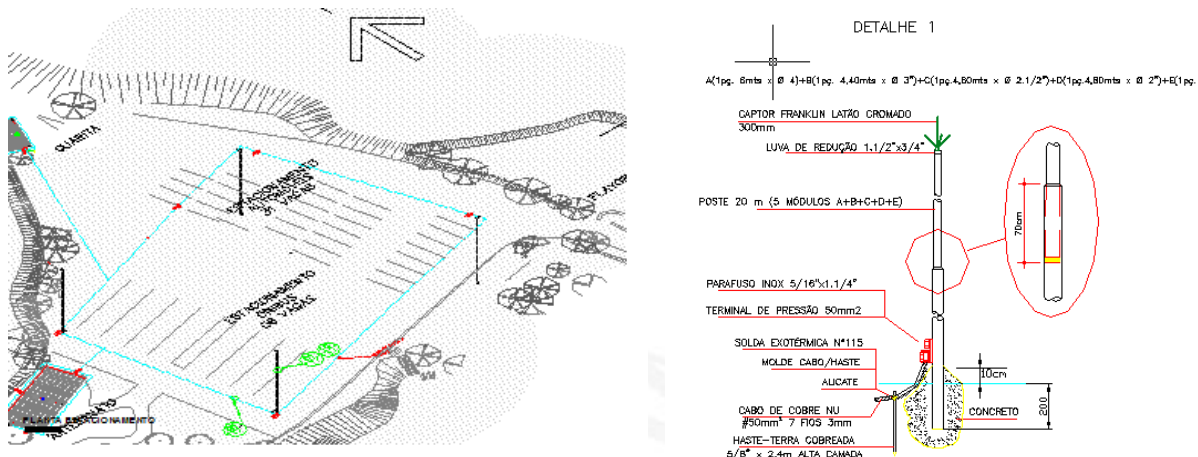


Figura 39 – Projeto SPDA estacionamento por método eletrogeométrico e detalhe do poste

Trata-se de uma área aberta com bastante árvores em volta, o que é um atrativo direto a ação dos raios. E, portanto de enorme risco aos usuários e freqüentadores do parque.

Para minimizar os efeitos das descargas atmosféricas nesta área, foi adotado o método eletrogeométrico com 4 postes de 20 m de altura com captores tipo Franklin e distribuídos uniformemente em toda área do estacionamento. Na base será construída uma malha de aterramento no perímetro do terreno do estacionamento, enterrada a 0,5 m de profundidade com cabos de cobre nu de 50 mm². Todas as bases dos postes que são descidas naturais serão conectadas a esta malha. A malha está interligada com a malha da guarita.



Figura 40 – Projeto SPDA da guarita

Na guarita, será adotado os mesmos procedimentos normais das demais edificações. No telhado um anel de barra chata de alumínio e um único captor de aço inoxidável, duas descidas de barra chata e um anel periférico em volta da guarita.

(Conforme Planta e cortes das edificações N.13/15 deste projeto (J.A-CD-200.15-1214-00-PE).

26. Edificação 14/17 – Administração e torre de comunicação

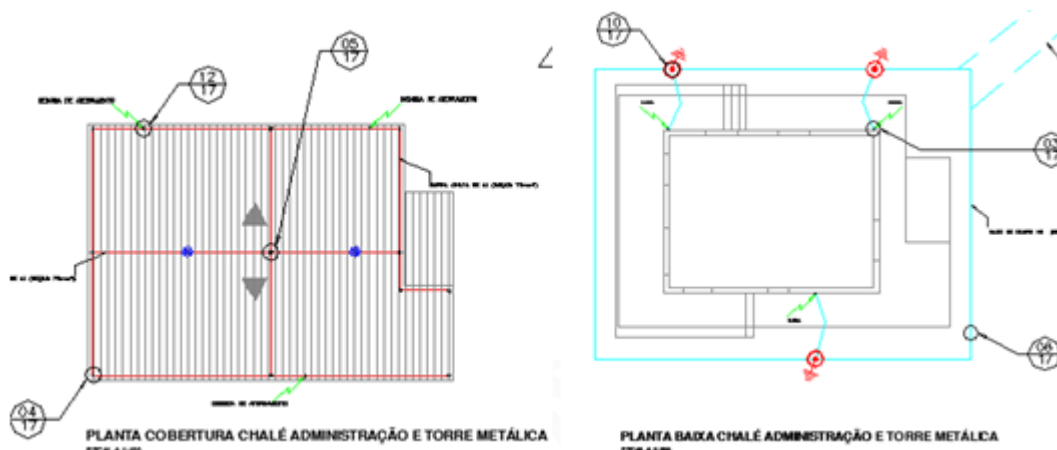


Figura 41 – Projeto SPDA da Administração

Edificação de porte médio em relação as demais edificações do parque, telhado com duas águas, sistema composto por um anel de barra chata de alumínio de 5/8" x 1/8" e seis captores de aço inoxidável no telhado, com três descidas. As descidas também serão em barra chata de alumínio. Neste caso a conexão entre descida e anel superior será com cabo, passando por orifício na telha, de forma que se torne o mais reto possível em relação à descida com barra chata.

A torre de comunicação que é metálica se enquadra na classe de descida natural, neste caso será instalado um captor tipo Franklin no topo da torre, que será conectado a estrutura da mesma. Em volta da base da torre será construída uma malha em anel fechado a 0,5 m de profundidade e a estrutura da base da torre, será conectada a esta malha. Em volta da edificação da administração também será construída uma malha de aterramento em anel fechado a 0,5 m de profundidade e as três descidas serão conectadas a esta malha. Esta malha deverá esta interligada com a malha da torre e das malhas das edificações mais próximas. (Conforme Planta e cortes da edificação N.14/17 deste projeto J.A-CD-200.14-1214-00-PA).

27. Edificação 16 - Artesanato

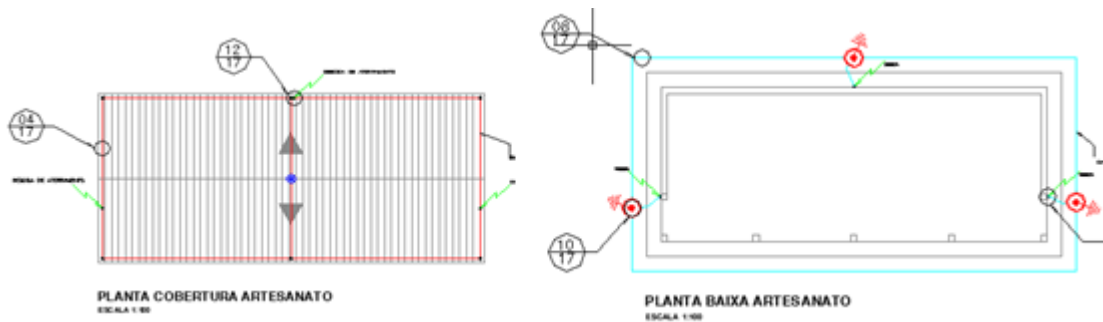


Figura 42 – Projeto SPDA Artesanato

Edificação média com duas águas, sistema composto por um anel de barra chata de alumínio de 5/8" x 1/8" e cinco captadores aço inoxidável no telhado, com três descidas. As descidas também serão em barra chata de alumínio. Neste caso a conexão entre descida e anel superior será com cabo, passando por orifício na telha, de forma que se torne o mais reto possível em relação à descida com barra chata.

Em volta da edificação será construída uma malha de aterramento em anel fechado a 0,5 m de profundidade e as duas descidas serão conectadas a esta malha. Esta malha deverá estar interligada com a malha do estacionamento (Conforme Planta e cortes da edificação N.16 deste projeto J.A-CD-200.16-1214-00-PA).

28. Responsabilidades

J.A. SILVA CONSTRUÇÕES E MONTAGENS ME

CNPJ 13.683.873/0001-98

I.E. 336.584.370.116

CREA-SP 0794809

Eng.º Eletricista: Sandro Martins de Alencar

CREA 5062220080

■ FOLHA DE CONTROLE DE QUALIDADE	
DOCUMENTO	J.A-CD-200.1-1214-00-MD - MEMORIAL DESCRITIVO SPDA E ATERRAMENTO REV01
PROJETO	Parque Estadual da Caverna do Diabo
AUTOR	RESP. O. A
	DATA Dez/2014
VERIFICADO	RESP S.M
	DATA Dez/2014
APROVADO	RESP S.M
	DATA Dez/2014
CLIENTE	Secretaria do Meio Ambiente
EDIÇÕES	00

Eng.º Sandro Martins de Alencar
Perito de Engenharia Elétrica
Engenheiro Eletricista
CREA 5062220080

Jaime Alexander Silva
Diretor
RG. 50.761.623-6