



CEASA CAMPINAS
FONTE DE SAÚDE

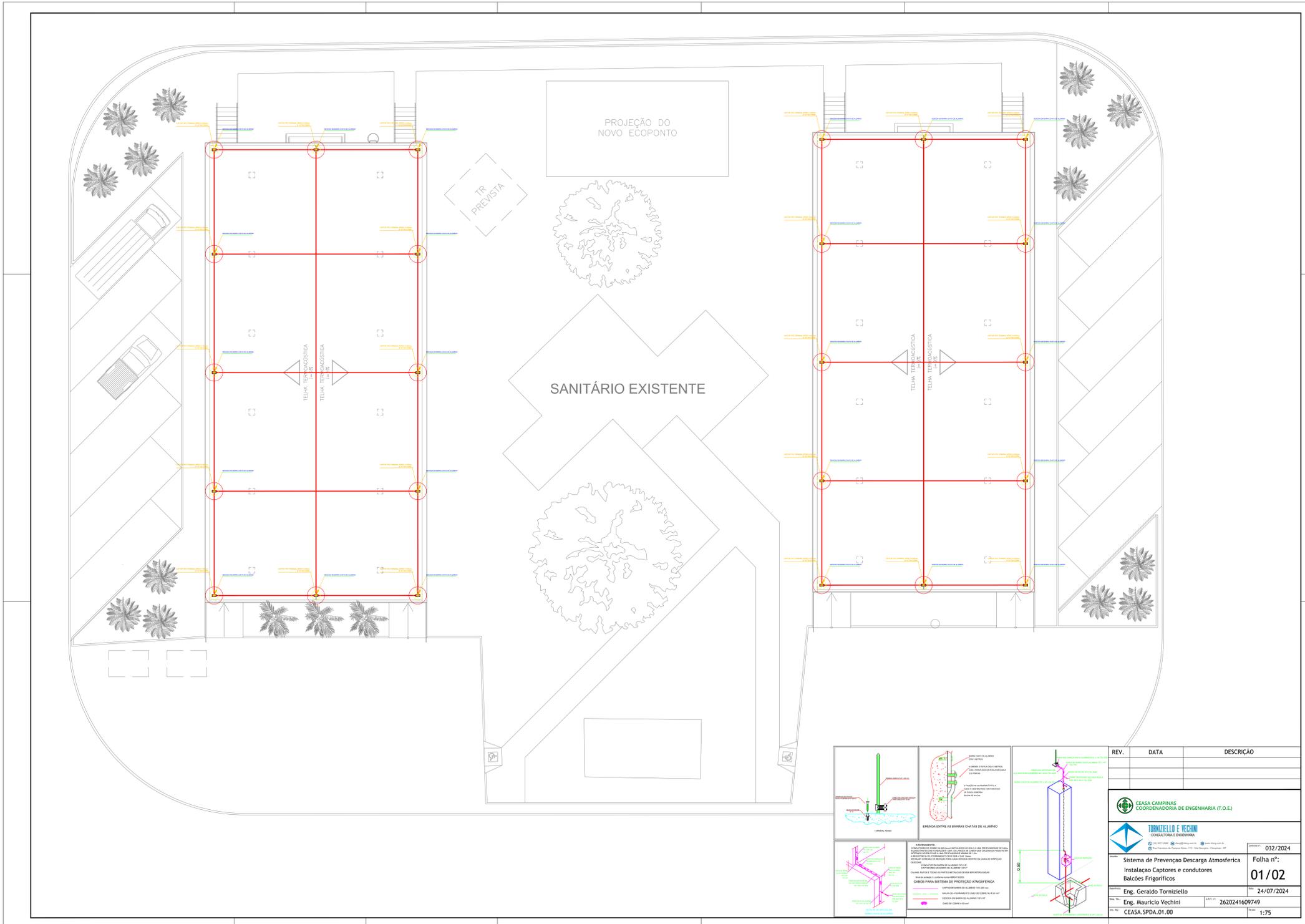
CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE CAMPINAS S.A.

Rodovia Dom Pedro I - Km 140,5 - Pista Norte
Barão Geraldo - Campinas/SP - CEP 13082-902
Fone (19) 3746-1000

CNPJ 44.608.776/0001-64 - Insc. Estadual 120.879.221.119
www.ceasacampinas.com.br

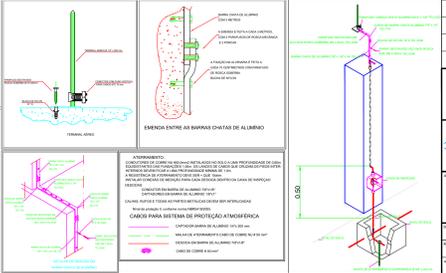
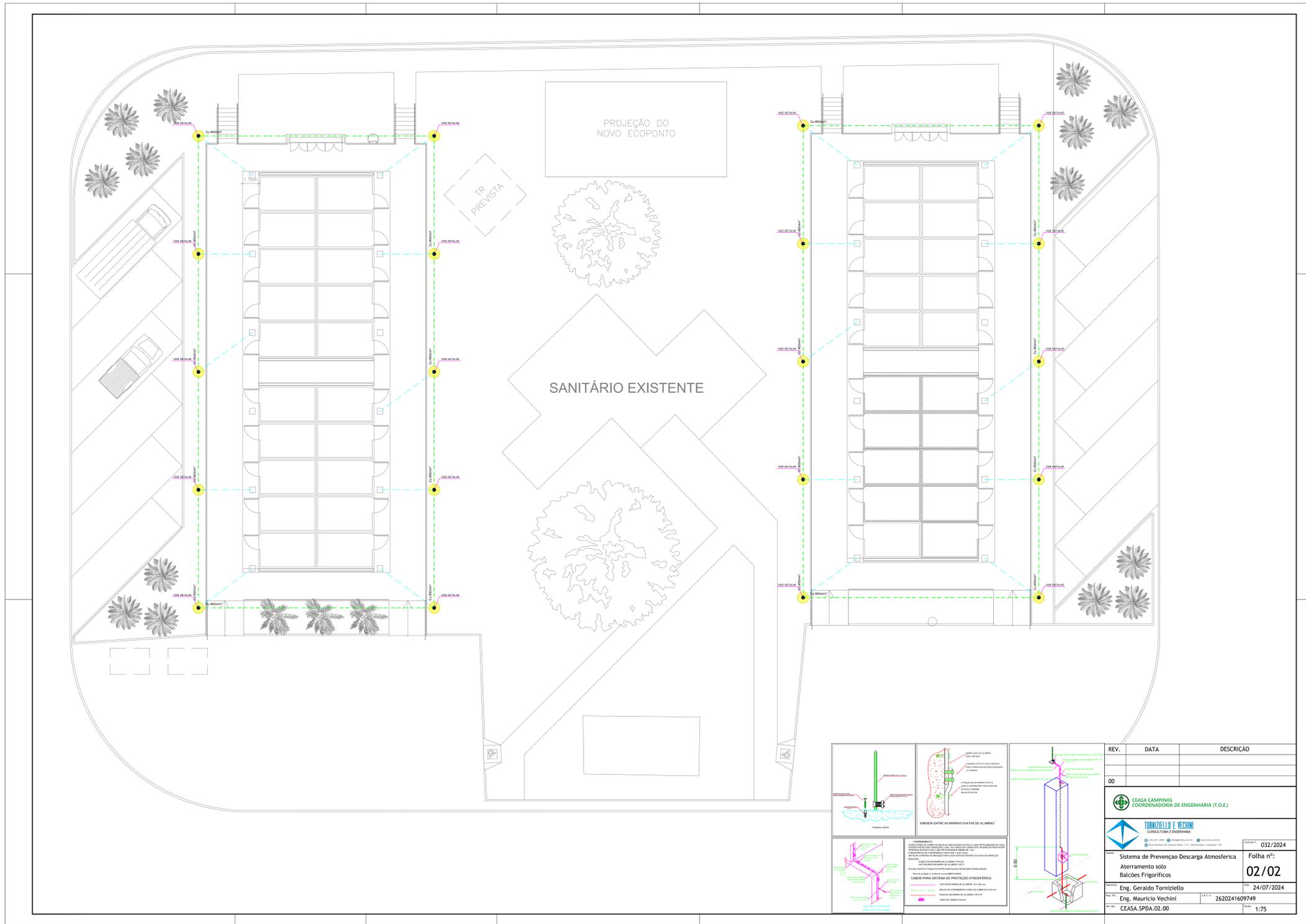
ANEXO D

PROJETO – SPDA



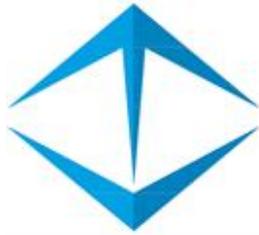
REV.	DATA	DESCRIÇÃO

Sistema de Prevenção Descarga Atmosférica Instalação Captores e condutores Balcões Frigoríficos	032/2024 Folha nº: 01/02 24/07/2024 2620241609749 CEASA.SPDA.01.00



REV.	DATA	DESCRIÇÃO
00		

		032/2024
		Folha nº:
Sistema de Prevenção Descarga Atmosférica Aterramento solo Balcões Frigoríficos		02/02
Eng. Geraldo Torriziello		24/07/2024
Eng. Mauricio Vechini		2620241609749
CEASA.SPDA.02.00		1:75



MEMORIAL DESCRITIVO / CÁLCULO - SPDA

Cliente: CEASA CAMPINAS

Local : BALCÕES FRIGORIFICOS

Contrato: 032/2024

1. OBJETIVO

O presente memorial descritivo tem por objetivo estabelecer critérios e orientações quanto à execução do projeto de Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) dos balcões frigoríficos.

2. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Para o desenvolvimento deste projeto foi utilizada como referência as normas abaixo:

- NBR 5410: “Instalações elétricas de baixa tensão”
- NBR-5419: “Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas”
- NBR 6326: “Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente”
- NBR 13571: “Hastes de aterramento em aço cobreado e acessórios - especificação”
- Std 80 - 2000: “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”.
- Std 665 - 1995: “IEEE Guide for Generation Station Grounding”.
- NBR15749: 2009 - Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
- 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 equipotencial de potência;
- **DPS** - Dispositivo de proteção de surto destinado a limitar as sobretensões transitórias;
- **LEP** - Ligação equipotencial principal;
- **TAP**- Terminal de aterramento principal

4. DADOS TÉCNICOS

- **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 eletro geométrico 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.

4.2. ATERRAMENTO

- A malha de aterramento será executada em anel, circundando a 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. ESCLARECIMENTO TÉCNICO

- “Instalação de para-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 preveem 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.***

6. 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.

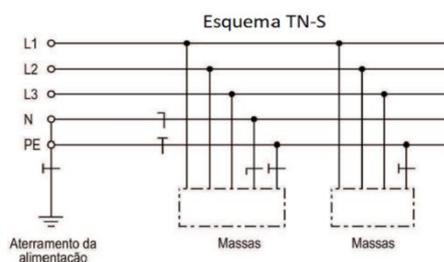


Figura 1 - esquema de aterramento proposto

- 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.
- Desta forma o projeto sugere que seja lançado um cabo terra da subestação até o QD-01 e deste um condutor de proteção individual para cada quadro de luz ou quadro de distribuição, utilizando a infraestrutura a ser utilizada.
- 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.

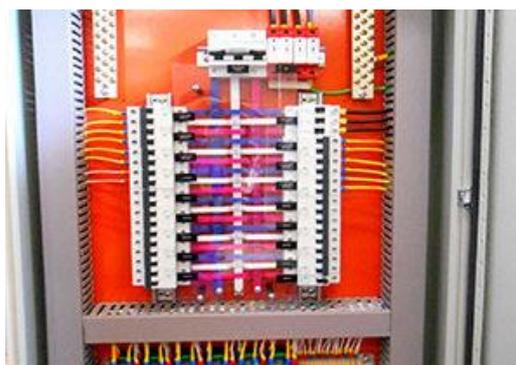


Figura 2 - Exemplo de painel com barramentos distintos



- 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.

6.1. PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

- Para proteção contra choques elétricos deverão ser utilizados protetores DR (diferencial residual) para circuitos críticos, os DR's serão de baixa sensibilidade, 30 mA, e o sistema deverá ser completado com o mínimo.
- As tubulações metálicas devem ser interligadas a um condutor de proteção mais próximo. Qualquer parte metálica também deverá ser ligada a rede equipotencial.

6.2. CAIXAS EQUIPOTENCIAIS

- 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 potência.



Figura 3 - Barramento equipotencial - BEP

7. 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 estabelecimentos agropecuarios, 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 Atmosférica	Nível de Proteção
Estruturas Comuns ¹⁾	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⁾
¹⁾ ETI (equipamentos de tecnologia da informação) podem ser instalados em todos os tipos de estruturas, inclusive estruturas comuns. É impraticável a proteção total contra danos causados pelos raios dentro destas estruturas; não obstante, devem ser tomadas medidas (conforme a NBR 5410) de modo a limitar os prejuízos a níveis aceitáveis			
²⁾ Estruturas de madeira: nível III; estruturas nível IV. Estruturas contendo produtos agrícolas potencialmente combustíveis (pós de grãos) sujeitos a explosão são considerados com risco para arredores.			

Figura 4 - 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, ainda estabelecemos um acabamento agradável aos olhos do visitante.

8. METODOLOGIA DE CÁLCULO E DADOS DE PARTIDA

8.1 DADOS DE PARTIDA

- Os telhados são constituídos de telhas metálicas termoacústica tipo Gavalume, enchimento em EPS a estrutura do prédio é constituída de pilares em concreto armado e cobertura em estrutura metálica. Existe uma cisterna com sua respectiva casa de bombas na parte subterrânea da edificação.

8.1.1 MODELO MATEMATICO

- Geometria da Estrutura
Comprimento = 84,45 m
Largura = 21,70 m
Altura = 5,60 m

8.1.2 DETERMINAÇÃO DE Td (Dias de trovoada por ano)

- Mapa de curvas Isocerânicas utilizado:
 - Brasil - Região sudeste Td = 50 Dias de Trovoada por ano

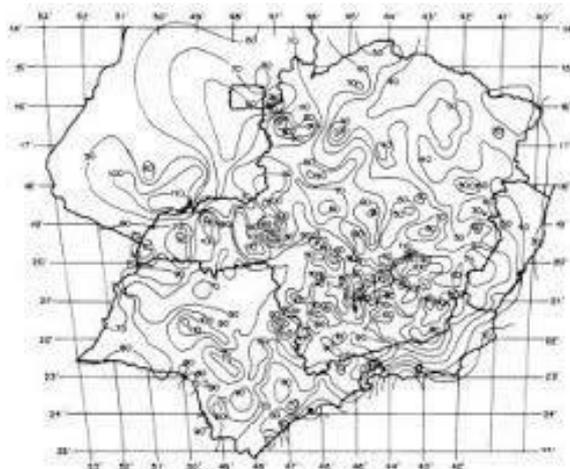


Figura 5 - Mapa de curvas isocerânicas - Região sudeste

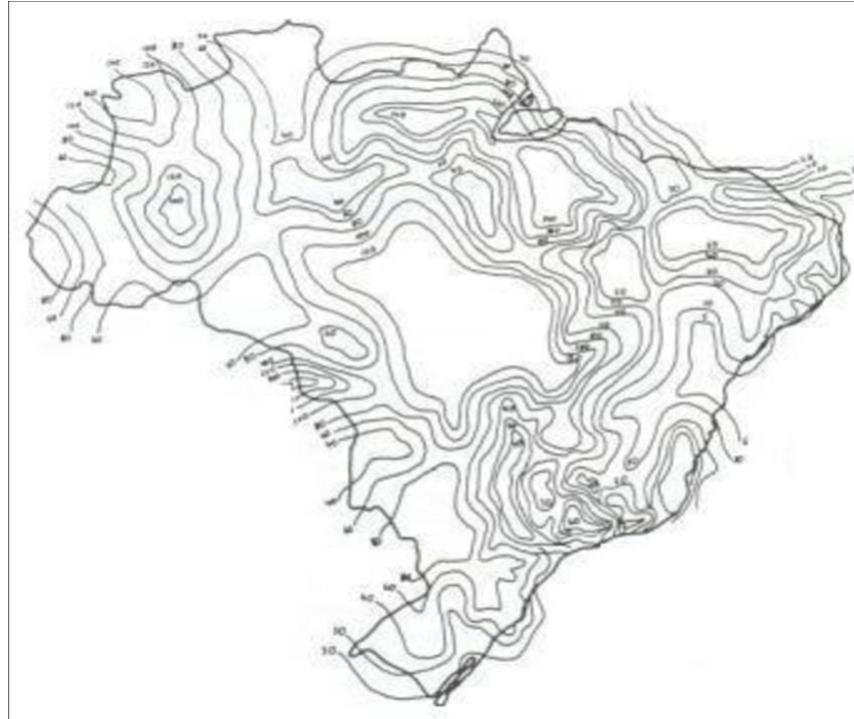


Figura 6 - Mapa de curvas isocerânicas - Brasil

8.1.3 DETERMINAÇÃO DE Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)

$$Ng = 0.04 * Td^{1,25} \text{ [em km}^2\text{/ano]}$$

$$Ng = 0.04 * 50^{1,25}$$

$$Ng = 5.3183$$

8.1.4 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

$$Ae = 84,45*21,70 + 2*84,45*5,60 + 2*21,7*5,60 + Pi*5,6^2$$

$$Ae = 3.119,96 \text{ [m}^2\text{]}$$

8.1.5 DETERMINAÇÃO DE Nd (Frequência média anual previsível)

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

$$Nd = 5.3183 * 3119,96 * 10^{-6}$$

$$Nd = 0.016529 \sim [1,6*10^{-2}] \quad \text{se } Nd \geq 10^{-3}, \text{ a estrutura requer um SPDA;}$$

8.1.6 DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE PONDERAÇÃO

$$\text{Fator A} = 1,3$$



Tabela B.1 - Fator A: Tipo de ocupação da estrutura

Tipo de ocupação	Fator A
Casas e outras estruturas de porte equivalente	0,3
Casas e outras estruturas de porte equivalente com antena externa ¹⁾	0,7
Fábricas, oficinas e laboratórios	1,0
Edifícios de escritórios, hotéis e apartamentos e outros edifícios residenciais não incluídos abaixo	1,2
igrejas, pavilhões, teatros, museus, exposições, lojas de departamento, correios, estações e aeroportos, estádios de esportes)	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, estruturas de múltiplas atividades	1,7

Fator B = 0,8

Tabela B.2 - Fator B: Tipo de construção da estrutura

Tipo de ocupação	Fator B
Estrutura de aço revestida, com cobertura não-metálica ¹	0,2
Estrutura de concreto armado, com cobertura não-metálica	0,4
Estrutura de aço revestida, ou de concreto armado, com cobertura metálica	0,8
Estrutura de alvenaria ou concreto simples, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1,0
Estrutura de madeira, ou revestida de madeira, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1,4
Estrutura de madeira, alvenaria ou concreto simples, com cobertura metálica	1,7
Qualquer estrutura com teto de palha	2,0

¹⁾ Estruturas de metal aparente que sejam contínuas até o nível do solo estão excluídas desta tabela, porque requerem apenas um subsistema de aterramento.



Fator C = 0.8

Tabela B.3 - Fator C: Conteúdo da estrutura e efeitos indiretos das descargas atmosféricas

Conteúdo da estrutura ou efeitos indiretos	Fator C
Residências comuns, edifícios de escritórios, fábricas e oficinas que não contenham objetos de valor ou particularmente suscetíveis a danos	0,3
Estruturas industriais e agrícolas contendo objetos particularmente suscetíveis a danos ¹⁾	0,8
Subestações de energia elétrica, usinas de gás, centrais telefônicas, estações de rádio	1,0
Indústrias estratégicas, monumentos antigos e prédios históricos, museus, galerias de arte e outras estruturas com objetos de valor especial	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, locais de afluência de público	1,7
¹⁾ Instalação de alto valor ou materiais vulneráveis a incêndios e às suas consequências	

Fator D = 0,4

Tabela B.4 - Fator D: Localização da estrutura

Localização	Fator D
Estrutura localizada em uma grande área contendo estruturas ou árvores da mesma altura ou mais altas (por exemplo: em grandes cidades ou em florestas)	0,4
Estrutura localizada em uma área contendo poucas estruturas ou árvores de altura similar	1,0
Estrutura completamente isolada, ou que ultrapassa, no mínimo, duas vezes a altura de estruturas ou árvores próximas	2,0

Fator E = 1.0

Tabela B.5 - Fator E: Topografia da região

Topografia	Fator E
Planície	0,3
Elevações moderadas, colinas	1,0
Montanhas entre 300 m e 900 m	1,3
Montanhas acima de 900 m	1,7



Fator de Ponderação Total

Fator Ponderação Total = Fator A * Fator B * Fator C * Fator D * Fator E

Fator Ponderação Total = 1.3 * 0,8 * 0.8 * 0,4 * 1.0

Fator Ponderação Total = 0,33

8.1.7 DETERMINAÇÃO DE Ndc (Nd multiplicado pelos fatores de ponderação)

Ndc = Fator Ponderação Total * Nd

Ndc = 0.016529 * 0,33

Ndc = 0.00545 ~ 5,45*10⁻³

8.1.8 DETERMINAÇÃO DE Nc (Frequencia admissível de danos adotada)

Nc = 1*10⁻⁵

8.1.9 AVALIAÇÃO GERAL DE RISCO

Ndc >= Nc

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

8.1.10 NÍVEL DE PROTEÇÃO CLASSIFICAÇÃO DA ESTRUTURA

Estruturas comuns

Tipo da Estrutura: Fazendas, estabelecimentos agropecuários.

Nível de Proteção: IV

8.1.11 EFICIÊNCIA (E%) DO SPDA (FUNÇÃO DE NDC E ND)

E(%) = 100

8.1.12 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*

8.1.13 CÁLCULO DO NÚMERO DE DESCIDAS [N]

Área = 1.372,45 m².

Altura = 5,6 m.

Perímetro = 192,79 m.

Nível de Proteção IV: Espaçamento médio = 25m

N = Perímetro / 25m [N = 3] para Nível de Proteção: IV



TORNIZIELLO E VECHINI

CONSULTORIA E ENGENHARIA

(19) 3271.2066 vteng@vteng.com.br www.vteng.com.br

Rua Lions Club, 168 - Sala 61 - Cond. Empresarial - Jd. Guanabara - Vila Nova - Campinas/SP

$$N = (\text{Área} + 100) / 300$$

$$N = (1.372,45 + 100) / 300$$

$$N = 5$$

$$N = \text{Altura} / 20$$

$$N = 5,60 / 20$$

$$N = 1$$

$$N = (\text{Perímetro} + 10) / 60$$

$$N = (192,79 + 10) / 60$$

$$N = 4 \quad N \geq 2 \text{ (Para descidas não naturais)}$$

Sem Redução de descidas. $(P / N) \geq 25m$ $N = 5$ descidas.