

# MEMORIAL DESCRITIVO

## REFORMA SPDA CER Profª Eunice Bonilha Toledo Piza

Obra: Reforma do CER Profª Eunice Bonilha Toledo Piza

LOCAL: Rua Martiniano, P. dos Santos, 121 - Jardim Brasília - Araraquara – SP

Proprietário: Prefeitura Municipal de Araraquara.

Tipo ou classificação: Escola / Creche

Número de consumidores: 1 Unidade

Descrição da obra:

Reforma de Unidade Educacional

### 1- Objetivo

Este memorial descritivo visa esclarecer o projeto de SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas) de acordo com a norma ABNT NBR 5419/05, fixando as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção do SPDA de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro dos volumes protegidos

Conforme a tabela B.6 da NBR 5419, foi adotado nível de proteção II. Este projeto contempla o aterramento, bem como todos os dispositivos necessários para a implantação do projeto de SPDA.

Os condutores utilizados no projeto de SPDA não poderão ser lançados, em hipótese alguma, junto aos condutores e conduites de eletricidade e cabeamento estruturado. Os condutores de SPDA devem ser lançados conforme projeto respeitando as determinações da NBR 5419:2015.

O projeto deverá ser executado respeitando as determinações da NBR 5419:2015.

Observo que todos os materiais especificados e citados no projeto deverão obedecer as suas respectivas normas técnicas. Essas normas técnicas são estabelecidas pela NBR (ABNT) no Brasil. Em caso de omissão da NBR (ABNT) deverá ser observado às normas internacionais como a ANSI, ISO, IEC, por exemplo.

### 2- Referencias Normativas

NBR 5419:2005: Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;

NBR 5410:2005: Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

NR-10:2004: Segurança em Instalações e serviços em eletricidade;

NBR 6323:1990: Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente;

NBR13571:1996: Hastes de aterramento em aço cobreado e acessórios

### 3- Subsistema de Captação

O sistema de captação será do tipo Malha, classe III, com espaçamento inferior a 15 metros entre as descidas.

A captação será feita através de barra chata de alumínio. Essa barra será fixada no telhado através da parafusos com vedação conforme apresentado em projeto. A forma de fixação dos conectores, presilhas e captor aéreo é apresentado nos detalhes do projeto

### 4- Subsistema de Descida

As descidas serão naturais externa utilizando cabos de encordoamento de 16 mm<sup>2</sup> em todas as descidas, fixados a alvenaria espaçados a cada 1 metro linear.

### 5- Subsistema de Aterramento

Os condutores de aterramento deverão ser de cobre nu, 7 fios, com 50 mm<sup>2</sup> de bitola.

Todas as hastes de terra deverão ser interligadas por um cabo de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup>, 7 fios, de modo a formar um anel. Esse cabo deve ser enterrado no solo a uma profundidade mínima de 0,5 metros. Os cabos de aterramento que interliga as hastes de terra deverão distar pelo menos 1 metro da edificação.

Após a execução de todo o subsistema de aterramento deverá ser entregue a fiscalização um laudo, assinado por um engenheiro competente, acompanhado de sua ART (anotação de responsabilidade técnica), informando, dentre outras coisas, o valor da resistência de aterramento do SPDA.

Próximo à entrada de energia de baixa tensão um DPS Classe II deverá ser conectado.

### 6- Recebimento do SPDA

Ao termino da execução das descidas estruturais deverá ser realizado um teste de continuidade elétrica em todas as descidas estruturais, conforme anexo F da NBR 5419-3:2015, os resultados devem possuir a mesma ordem de grandeza e nenhum deles podem ser superior a 1 Ohm. Também deverá ser realizado um ensaio final, conforme anexo F da NBR 5419-3:2015, e o resultado não poderá ser superior a 0,2 Ohms. Caso esses valores de resultado não sejam atingidos não será possível utilizar a estrutura como descida e o SPDA não poderá ser recebido. Esses testes deverão ser entregues a fiscalização do contrato, devendo estar acompanhado por uma ART (anotação de responsabilidade técnica), logo deve ser elaborado e assinado por engenheiro competente

### 7- Considerações Finais

Caso venha a ser instaladas estruturas metálicas no topo da edificação (antena coletiva de TV, parabólica, placas de aquecimento solar, boiler de água quente, unidades condensadoras de ar condicionado, etc), deverá ser instalado um mastro com captor tipo Franklin, superando a altura destas estruturas de 2 a 3 metros de modo a protegê-las contra descargas diretas. Todas as estruturas metálicas no topo da edificação deverão ser interligadas ao sistema de captação do SPDA.

A execução desse projeto de SPDA necessita do acompanhamento de um Engenheiro Eletricista que será o responsável técnico pela execução deste projeto. O sistema deverá ter uma manutenção preventiva anual e sempre que atingido por descargas atmosféricas, para verificar eventuais irregularidades e garantir a eficiência do SPDA.

Não é função do SPDA a proteção de equipamentos eletroeletrônicos. Para tal, está previsto supressores de surtos de tensão no projeto elétrico desta escola.

Todos os materiais a serem empregados na execução dos serviços deverão ser de primeira qualidade, obedecendo às especificações e normas técnicas. O conjunto de matérias escolhidos para a execução do objeto devem funcionar perfeitamente em conjunto, sob pena de impugnação dos mesmos pela Fiscalização.

Alguns itens do projeto possuem marca de referência de mercado como, por exemplo, a Termotécnica. A marca de referencia traduz a qualidade desejada de produtos e equipamentos, por isso seus preços foram utilizados para referenciar os preços dos itens de projeto. A empresa responsável pela execução da obra não é obrigada a utilizar os produtos/equipamentos das marcas de referência, podendo utilizar qualquer outro produto/equipamento similar.

Deverão ser empregados, para melhor desenvolvimento dos serviços contratados, em conformidade com a boa técnica de execução, materiais e equipamentos adequados. A Fiscalização poderá determinar a substituição dos equipamentos e ferramentas julgados como deficientes, cabendo à contratada providenciar a troca dos mesmos, sem prejuízo no prazo contratado.

O serviço será entregue sem instalações provisórias, livre de entulhos ou quaisquer outros elementos que possam impedir à utilização imediata das unidades, devendo a Contratada comunicar, por escrito, à Fiscalização, a conclusão dos serviços para que esta possa proceder a vistoria da obra com vistas à aceitação provisória. Todas as superfícies deverão estar impecavelmente limpas.

A fim de que os trabalhos possam ser desenvolvidos com segurança e dentro da boa técnica, compete ao instalador o perfeito entendimento das respectivas especificações e do projeto apresentado. Em caso de dúvidas, quanto à interpretação do projeto, das especificações e dos desenhos, estas deverão ser informadas a Fiscalização, que poderá vir a consultar o autor do projeto.

Todos os serviços a serem executados deverão obedecer à melhor técnica vigente, enquadrando-se rigorosamente dentro das normas técnicas.

Sem mais para o momento



Paulo Miguel Moreira e Oliveira

Engº Eletricista / Engº de Seg. do Trabalho

CREA 5069211092 - SP

## MEMORIAL DE CÁLCULO

NBR-5419:2015

SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)

Projeto: CER Concheta Smirne Mendonça

### 1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$$N_g = 9 \text{ [Descargas / km}^2\text{/ano]}$$

Fonte = Mapa - Sudeste

### 2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 60 m

Largura [W] = 30 m

Altura [H] = 3 m

### 3) Ad - Área de exposição equivalente [em m<sup>2</sup>]

$$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$$

$$Ad = 60 * 30 + 2 * (3 * 3) * (60 + 30) + 3.14159 * (3 * 3)^2$$

$$Ad = 3674.47 \text{ m}^2$$

### 4) Fatores de Ponderação

#### 4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$Cd = 0.5$$

#### 4.2) Comprimento da Linha de Energia

$$Ll = 1000 \text{ [m]}$$

#### 4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo

$$Ci = 1.0$$

#### 4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal

$$Ct = 1.0$$

#### 4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Urbano

$$Ce = 0.1$$

#### 4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$$Llt = 1000 \text{ [m]}$$

#### 4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo

$$Cit = 1.0$$

#### 4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal

$$Ctt = 1.0$$

#### 4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Urbano

$$Cet = 0.1$$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$$

$$Nd = 0.01654$$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$$

$$Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$$

$$Am = 875398.16$$

$$Nm = 7.87858$$

4.12) Nl - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$$Nl = Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$$

$$Al = 40 * Ll$$

$$Al = 40000$$

$$Nl = 0.036$$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$$Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$$

$$Ai = 4000 * Ll$$

$$Ai = 4000000$$

$$Ni = 3.6$$

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

$$Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$$

$$Alt = 40 * Llt$$

$$Alt = 40000$$

$$Nlt = 0.036$$

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

$$Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$$

$$Ait = 4000 * Llt$$

$$Ait = 4000000$$

$$Nit = 3.6$$

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

Estrutura não protegida por SPDA

$$Pb = 1$$

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

Linha de energia com neutro multiterrado

$$Cld = 1$$

$$Cli = 0.2$$

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada

$$Cldt = 1$$

$$Clit = 1$$

#### 4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha  $W_m$ ,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como:  $Ks1 = 0,12 \times W_m1$

$$Ks1 = 1$$

#### 4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$$U_w = 2.5$$

#### 4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido.  $Ks4 = 1 / U_w$

$$Ks4 = 0.4$$

#### 4.22) Uwt Sinal

$$U_{wt} = 1.5$$

#### 4.23) Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

#### 4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

DPS Classe II

$$Peb = 0.02$$



#### 4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ( $U_w=2.5$ )

$$Pld = 1$$

#### 4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ( $U_w=1.5$ )

$$Pldt = 1$$

#### 4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$P_v = P_{eb} * Pld * Cld$$

$$P_v = 0.02$$

#### 4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$P_{vt} = P_{eb} * Pldt * Cldt$$

$$P_{vt} = 0.02$$

### 5) Zonas da Edificação

#### 5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

##### 5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$n_z = 30$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$n_t = 30$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$t_z = 8760$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$t_e = 0$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Desprezar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Isolação elétrica

$$P_{tu} = 0.01$$

5.1.11) Ks2

$$K_{s2} = 1$$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

DPS Classe II

$$P_{spd} = 0.02$$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços

Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios

(área do laço da ordem de 50 m<sup>2</sup>)

$$K_{s3} = 1$$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado

$$P_{spdt} = 1$$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços

Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios

(área do laço da ordem de 50 m<sup>2</sup>)

$$Ks3t = 1$$

5.1.16)  $P_c$  - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$P_c = P_{spd} * C_{ld}$$

$$P_c = 0.02$$

5.1.17)  $P_{ct}$  - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$$

$$P_{ct} = 1$$

5.1.18)  $P_{ms}$

$$P_{ms} = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2$$

$$P_{ms} = 0.16$$

5.1.19)  $P_{mt}$

$$P_{mt} = (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2$$

$$P_{mt} = 0.4489$$

5.1.20)  $P_m$  - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$P_m = P_{spd} * P_{ms}$$

$$P_m = 0.0032$$

5.1.21)  $P_{mt}$  - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mt}$$

$$P_m = 0.4489$$

5.1.22)  $P_u$  - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$

$$P_u = 0.0002$$

5.1.23)  $P_{ut}$  - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$

$$P_{ut} = 0.0002$$

5.1.24)  $P_w$  - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$

$$P_w = 0.02$$

5.1.25)  $P_{wt}$  - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$

$$P_{wt} = 1$$

5.1.26)  $P_{li}$

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$

$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27)  $P_{lit}$

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$

$$P_{lit} = 0.5$$

5.1.28)  $P_z$  - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$

$$P_z = 0.0012$$

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$

$$P_{zt} = 0.5$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

Nenhuma medida de Proteção

$$P_{ta} = 1$$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução  $r_t$  (Tabela C.3)

Agricultura, concreto (Resistência de contato  $\leq 1 \text{ ohm}$ )

$$r_t = 0.01$$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução  $r_p$  (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo, rotas de escape

$$r_p = 0.5$$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução  $r_f$  (Tabela C.5)

Nenhum Risco de Explosão ou Incêndio

$$r_f = 0$$

5.1.34) Perigo Especial - Fator  $h_z$  (Tabela C.6)

Sem perigo especial

$$h_z = 1$$

5.1.35)  $P_a$  - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_a = P_{ta} * P_b$$

$$P_a = 1$$

5.1.36)  $L_1$  - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1)  $L_t$

$$L_t = 0.01$$

5.1.36.2)  $D_2$  - Danos Físicos -  $L_f$  (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico

$$L_f = 0.1$$

5.1.36.3)  $D_3$  - Falhas de sistemas internos -  $L_o$  (Tabela C.2)

Não Aplicável

$$L_o = 0$$

5.1.36.4)  $L_a$

$$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$$

$$L_a = 0.0001$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.0001$$

5.1.36.6) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$$

$$Lb = 0$$

5.1.36.7) Lv

$$Lv = Lb = 0$$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$$

$$Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.37.1) Ra

$$Ra = Nd * Pa * La$$

$$Ra = 0.01654 * 1 * 0.0001$$

$$Ra = 0.01654 * 10^{-4}$$

5.1.37.2) Rb



$$R_b = N_d * P_b * L_b$$

$$R_b = 0.01654 * 1 * 0$$

$$R_b = 0$$

5.1.37.3)  $R_u$

$$R_u = (N_l + N_{dj}) * P_u * L_u$$

$$R_u = (0.036 + 0) * 0.0002 * 0.0001$$

$$R_u = 0.0072 * 10^{-7}$$

5.1.37.4)  $R_{ut}$

$$R_{ut} = (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{ut} * L_u$$

$$R_{ut} = (0.036 + 0) * 0.0002 * 0.0001$$

$$R_{ut} = 0.0072 * 10^{-7}$$

5.1.37.5)  $R_v$

$$R_v = (N_l + N_{dj}) * P_v * L_v$$

$$R_v = (0.036 + 0) * 0.02 * 0$$

$$R_v = 0$$

5.1.37.6)  $R_{vt}$

$$R_{vt} = (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{vt} * L_v$$

$$R_{vt} = (0.036 + 0) * 0.02 * 0$$

$$R_{vt} = 0$$

5.1.37.7)  $R_{1z}$

$$R_{1z} = R_a + R_b + R_u + R_v + R_{ut} + R_{vt}$$

$$R1z = 0.01654 \cdot 10^{-4} + 0 + 0.0072 \cdot 10^{-7} + 0 + 0.0072 \cdot 10^{-7} + 0$$

$$R1z = 0.165 \times 10^{-5}$$

## 6) Risco Total

### 6.1) R1

$$Ra + Rb = 0.165 \times 10^{-5}$$

$$R1 = 0.165 \times 10^{-5}$$

$$Rt1 = 1 \times 10^{-5}$$

$$R1 \leq Rt1$$

$$(Ra + Rb) \leq Rt1$$


[OK]

### 6.2) Estrutura Protegida.

$$R1 \leq Rt1$$

Dessa forma, para a estrutura estar protegida, nos critérios da NBR 5419:2015, é necessário a instalação de DPS na entrada de energia da edificação, não necessitando de elaboração de malha externa de aterramento.

Sem mais para o momento



Paulo Miguel Moreira e Oliveira

Engº Eletricista / Engº de Seg. do Trabalho

CREA 5069211092 - SP