

**PROJETO DE
SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA
DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
SPDA**

LABORATÓRIO MULTIUSO

PROJETO PARA INSTALAÇÕES DE SPDA

1. DADOS DA EDIFICAÇÃO

- 1.1. **Nome da Edificação:** LABORATÓRIO MULTIUSO
- 1.2. **Endereço:** CAMPOS DA UNIVERSIDADE DE RIO VERDE, GO
- 1.3. **Proprietário:** UNI.RV-GO

Perímetro da Cobertura: 258,01m

2. DOCUMENTOS DO PROJETO:

- 2.1. Plantas baixas e Detalhes – Pranchas 1/2 a 2/2.
- 2.2. ART-CREA-GO. - Vide anexo.

3. NORMATIZAÇÃO APLICADA

- 3.1. Capítulo 6 da NBR 5.419/2.015 - “Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas”
- 3.2. Norma Brasileira Revisada, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

4. MEMÓRIA DE CÁLCULO

4.1. PARÂMETROS DA EDIFICAÇÃO

C = Comprimento=	99,50 metros
L = Largura=	41,60 metros
A = Altura=	5,57 metros

4.2. VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE PROTEÇÃO

Pelos cálculos efetuados, o Nível de Proteção recomendado para o **SPDA é o Nível III (Risco Normal)**, que proporcionará uma eficiência do sistema de proteção da ordem de 90%.

5. MEMORIAL DESCRITIVO

- 5.1. O projeto ora em pauta, é a construção de 01 Laboratório de Multiuso no campus da Universidade de Rio Verde. Do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - Estrutural, foi elaborado com base na norma técnica da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR – 5.419/2.015, Que será utilizado o método Gaiola de Faraday, tipo estrutural conforme projeto;
- 5.2. O Sistema de Proteção Contra descargas Atmosféricas é formado por três sistemas de componentes:

5.2.1. SISTEMA DE CAPTAÇÃO

- 5.2.1.1. Tem a função de receber os raios, reduzindo ao mínimo a probabilidade da estrutura ser atingida diretamente por eles e deve ter capacidade térmica e mecânica suficiente para suportar o calor gerado no ponto de impacto, bem como os esforços eletromecânicos resultantes. A corrosão pelos agentes atmosféricos também deve ser levada em conta no seu dimensionamento, de acordo com o nível de poluição e o tipo de poluente da região;
- 5.2.1.2. O Método de Proteção utilizado: Método da Gaiola de Faraday;
- 5.2.1.3. O Sistema de Captação será composto de:
Mastro de 5 metros de altura com captor Franklin, sobre a caixa d'água Descidas entre níveis.
Malha com módulo máximo 10x20m.
- 5.2.1.4. O condutor a ser utilizado é o cabo de cobre nu 35mm², fixado diretamente sobre as telhas e platibandas, através de presilhas;
- 5.2.1.5. A instalação de Terminal Aéreo visa a diminuição da probabilidade da malha captora ser danificada nos pontos de impacto;
- 5.2.1.6. A instalação do mastro com captor visa a proteção específica de antenas TV e luz piloto, para evitar um contato direto da descarga com estes equipamentos, preservando-os de danos.

5.2.2. SISTEMA DE DESCIDAS

- 5.2.2.1. Tem a função de conduzir a corrente do raio recebida pelos captores até o aterramento, reduzindo ao mínimo a probabilidade de descargas laterais e de campos eletromagnéticos perigosos no interior da estrutura: deve ter ainda capacidade térmica suficiente para suportar o aquecimento produzido pela passagem da corrente, resistência mecânica para suportar os esforços eletromecânicos e boa suportabilidade a corrosão;
- 5.2.2.2. O Sistema de Descidas será através dos pilares metálico, assim os mesmo serão usados como descida da descarga atmosférica, sendo necessário que haja continuidade desde a fundação até a cobertura, ou seja, estes pilares metálicos deverão ter sempre continuidade na hora da conexão desde a fundação até a cobertura.

5.2.3. SISTEMA DE ATERRAMENTO

- 5.2.3.1. Tem a função de dispersar no solo a corrente recebida dos condutores de descida, reduzindo ao mínimo a probabilidade de tensões de toque e de passo perigosas; deve ter capacidade térmica suficiente para suportar o aquecimento produzido pela passagem da corrente e, principalmente, deve resistir a corrosão pelos agentes agressivos encontrados nos diferentes tipos de solos;

6. EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAL

- 6.1. A Equalização de Potencial constitui a medida mais eficaz para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro do volume a proteger;

- 6.2. Todas as estruturas metálicas desta construção deverão ser interligadas, desde a cobertura até a malha de aterramento em cada ponto de descida para se conseguir a equalização de potencial;
- 6.3. Será instalada um Barramento de Equipotencialização Principal (BEP)
- 6.4. Equalização de Potencial no Térreo:
Serão efetuadas nesta BEP (Barramento de Equipotencialização Principal) ligações equipotenciais, interligando:
 - 6.4.1. Tubulação de combate a incêndio;
 - 6.4.2. Trilhos do elevador e contrapeso;
 - 6.4.3. Armação de aço do pilar;
 - 6.4.4. Aterramento do SPDA;
 - 6.4.5. Aterramento do sistema elétrico;
 - 6.4.6. Central de gás (se estiver próxima da edificação e se não estiver devidamente aterrada);
- 6.5. Esta medida tem como objetivo equalizar os potenciais das diferentes estruturas metálicas (botijões, portões e tubulações) evitando assim a possibilidade de centelhamento e explosão.

7. RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

- 7.1. Para medição da resistência de aterramento as equalizações deverão permanecer desconectadas;
- 7.2. Em complemento a Proteção Externa, deverá ser estudado e executado, após a implantação deste projeto, a Proteção Interna; de acordo com a necessidade e interesse do proprietário;
- 7.3. Proteção Interna é o conjunto formado por: protetores contra surtos em linhas de força e dados e a equalização de potenciais, que visa proteger máquinas e equipamentos eletrônicos das sobretensões geradas pelas descargas atmosféricas.

8. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

- 8.1. O sistema de iluminação de emergência está especificado no projeto elétrico que será por bloco autônomo e terá autonomia de no mínimo de 1 hora.

9. ACIONADORES MANUAIS CONTRA INCÊNDIO

- 9.1. O sistema de acionadores manuais contra incêndio, deve atender aos requisitos prescritos na NBR-9.441/1.998 – item 5.3.4:
- 9.2. Devem ser alojados em carcaça rígida que impeça danos mecânicos ao dispositivo de acionamento;
- 9.3. Devem conter instruções de operação impressas em português no próprio corpo, de forma clara e em lugar facilmente visível após a instalação;
- 9.4. Devem conter dispositivo que dificulte o acionamento acidental, porém facilmente destrutível no caso de operação intencional.

NOTA: Devem-se usar adequadamente estes acionadores para não colocar em risco o usuário, no caso de uma possível projeção de estilhaços de vidro.

- 9.5. Devem ser de acionamento do tipo travante, permitindo a identificação do acionador operado, e obriga o “reset” do alarme e o acondicionamento do acionador manual do estado de alarme para o de vigia, no local da instalação e não somente por controle remoto desde a central;
- 9.6. Devem ser construídos sem cantos vivos, de tal maneira que não causem nenhuma lesão às pessoas, e a sua fixação na parede deve ser bem segura;
- 9.7. Devem ser instalados nas rota de fuga com distâncias não superiores a 30m, conforme locação em projeto.

10. AVISADORES ACÚSTICOS

- 10.1. O sistema de avisadores acústicos contra incêndio, deve atender aos requisitos prescritos na NBR-9.441/1.998 – item 5.3.5:
- 10.2. Devem ter características de audibilidade compatíveis com o ambiente em que estão instalados, de forma a serem ouvidos em qualquer ponto do ambiente em que se encontram, em condições normais de trabalho deste ambiente. Estes dispositivos devem também serem alimentados por fonte ininterrupta e supervisionada, ou de fonte própria e supervisionada;

11. INSPEÇÃO

11.1. OBJETIVO DAS INSPEÇÕES

As inspeções visam assegurar que:

- 11.1.1. O SPDA está conforme o projeto;
- 11.1.2. Todos os componentes do SPDA estão em bom estado, as conexões e fixações estão firmes e livre de corrosão;
- 11.1.3. O valor da resistência de aterramento é compatível com o arranjo e com as dimensões do sistema de aterramento, e com a resistividade do solo;
- 11.1.4. Todas as construções acrescentadas à estrutura posteriormente à instalação original estão integradas no volume a proteger, mediante ligação ao SPDA ou ampliação deste.

11.2. ORDEM DAS INSPEÇÕES

As inspeções prescritas em **11.1** devem ser efetuadas na seguinte ordem cronológica:

- 11.2.1. Durante a construção da estrutura, para verificar a correta instalação dos eletrodos de aterramento;
- 11.2.2. Após o término da instalação do SPDA, para as inspeções prescritas em **11.1.1, 11.1.2, 11.1.3 e 11.1.4**;
- 11.2.3. Periodicamente, para todas as inspeções prescritas em **11.1**, e respectiva manutenção, em intervalos não superiores aos estabelecidos em **11.3**;
- 11.2.4. Após qualquer modificação ou reparo no SPDA, para inspeções completas conforme **11.1**;
- 11.2.5. Quando o SPDA tiver sido atingido por uma descarga atmosférica, para inspeções conforme **11.1.2 e 11.1.3**.

11.3. PERIODICIDADE DAS INSPEÇÕES

11.3.1. Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada anualmente.

11.3.2. Inspeções completas devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos de:

11.3.2.1. **Cinco (5)** anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou industriais, excetuando-se áreas classificadas com de risco de incêndio ou explosão;

11.3.2.1. **Três (3)** anos, para estruturas destinadas a grandes concentrações públicas (p.ex.: hospitais, escolas, teatros, cinemas, estádios de esportes, shopping-centers, pavilhões e outros), indústrias contendo áreas com risco de explosão conforme NBR 9518, e depósitos de material inflamável;

11.3.2.1. **Um (1)** ano, para estruturas contendo munição ou explosivos.

NOTA: Em locais expostos à corrosão atmosférica severa, os intervalos entre inspeções devem ser adequadamente reduzidos.

NBR-5419:2015

SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas)

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

$$Ng = 6.62 \text{ [Descargas / km}^2\text{/ano]}$$

Fonte = Mapa - Centro-Oeste

2) Geometria da Estrutura

$$\text{Comprimento [L]} = 99.5 \text{ m}$$

$$\text{Largura [W]} = 41.6 \text{ m}$$

$$\text{Altura [H]} = 5.57 \text{ m}$$

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

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

$$Ad = 99.5 * 41.6 + 2 * (3 * 5.57) * (99.5 + 41.6) + 3.14159 * (3 * 5.57)^2$$

$$Ad = 9731.97 \text{ m}^2$$

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

$L1 = 1000$ [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 em AT (com transformador AT/BT)
 $Ct = 0.2$

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

Urbano
 $Ce = 0.1$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$L1t = 1000$ [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]

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$
 $Nd = 0.03221$

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

$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$
 $Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$
 $Am = 926498.16$
 $Nm = 6.13342$

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

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

$$Al = 40 * Ll$$

$$Al = 40000$$

$$Nl = 0.0053$$

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

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

$$Ai = 4000 * Ll$$

$$Ai = 4000000$$

$$Ni = 0.5296$$

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

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

$$Alt = 40 * Llt$$

$$Alt = 40000$$

$$Nlt = 0.02648$$

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

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

$$Ait = 4000 * Llt$$

$$Ait = 4000000$$

$$Nit = 2.648$$

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

Estrutura protegida por SPDA - Classe II

$$Pb = 0.05$$

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

Linha aérea blindada (energia ou sinal)
 Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento
 $Cld = 1$
 $Cli = 0$

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

Linha aérea blindada (energia ou sinal)
 Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento
 $Cl dt = 1$
 $Cl it = 0$

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 Wm,
 fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 * Wm1$
 $Ks1 = 1$

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 I

$$Peb = 0.01$$

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

Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de

equipotencialização do equipamento [5 < Rs <= 20 ohms/Km]

(Uw=2.5)

$$Pld = 0.95$$

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

Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de

equipotencialização do equipamento [5 < Rs <= 20 ohms/Km]

(Uw=1.5)

$$Pldt = 1$$

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

$$P_v = Peb * Pld * Cld$$

$$P_v = 0.0095$$

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

$$P_{vt} = Peb * Pldt * Cltd$$

$$P_{vt} = 0.01$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Cobertura

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$nz = 500$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$nt = 500$

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

$tz = 3500$

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

$te = 0$

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

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

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

Isolação elétrica
 $Ptu = 0.01$

5.1.11) Ks2

$Ks2 = 1$

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

DPS Classe I
 $Pspd = 0.01$

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

Cabos blindados e cabos instalados em eletrodutos metálicos Blindados e eletrodutos metálicos interligados a um barramento de equipotencialização em ambas extremidades e equipamentos estão conectados no mesmo barramento equipotencialização.
 $Ks3 = 0.0001$

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

DPS Classe I
Pspdt = 0.01

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

Cabos blindados e cabos instalados em eletrodutos metálicos
Blindados e eletrodutos metálicos interligados a um barramento
de
equipotencialização em ambas extremidades e equipamentos estão
conectados no mesmo barramento equipotencialização.
Ks3t = 0.0001

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

Pc = Pspd * Cld
Pc = 0.01

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

Pct = Pspdt * Cldt
Pct = 0.01

5.1.18) Pms

Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2
Pms = 0.016*10^-7

5.1.19) Pmst

Pmst = (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2
Pmst = 0.04489*10^-7

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

Pm = Pspd * Pms
Pm = 0.016*10^-9

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

Pmt = Pspdt * Pmst
Pm = 0.04489*10^-9

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

Pu = Ptu * Peb * Pld * Cld
Pu = 0.0001

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

Put = Ptu * Peb * Pldt * Cldt
Put = 0.0001

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

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 0.0095$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 0.01$$

5.1.26) Pli

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) Plit

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{lit} = 0.5$$

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

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0$$

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

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0$$

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

Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas))
 $P_{ta} = 0.01$

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

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
 $r_t = 0.001$

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)

Explosão: Zonas 0, 20 e explosivos sólidos
rf = 1

5.1.34) Perigo Especial - Fator hz (Tabela C.6)

Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1000 pessoas)
hz = 5

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

Pa = Pta * Pb
Pa = 0.0005

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

Lt = 0.01

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
Lf = 0.1

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável
Lo = 0

5.1.36.4) La

La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)
La = 0.03995*10⁻⁴

5.1.36.5) Lu

Lu = La = 0.03995*10⁻⁴

5.1.36.6) Lb

Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)
Lb = 0.09989

5.1.36.7) Lv

Lv = Lb = 0.09989

5.1.36.8) Lc

Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)
Lc = 0

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$L_m = L_w = L_z = L_c = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público,
comercial

$$L_{f4} = 0.2$$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público

$$L_{o4} = 0.001$$

5.1.37.3) D2 - Danos físicos FORA DA ESTRUTURA - Lfe (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público,
comercial

$$L_{fe4} = 0.2$$

5.1.37.4) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$ca = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.5) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$cb = 5 \text{ milhões}$$

5.1.37.6) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$cc = 5 \text{ milhões}$$

5.1.37.7) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$cs = 5 \text{ milhões}$$

5.1.37.8) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$$ct = 5 \text{ milhões}$$

5.1.37.9) ce - Total de valores em perigo localizados fora da estrutura (milhões)

$$ce = 5 \text{ milhões}$$

5.1.37.10) La4

$$L_{a4} = r_t * L_{t4} * (ca / ct)$$

$$L_{a4} = 0$$

5.1.37.11) Lu4

$$L_{u4} = L_{a4} = 0$$

5.1.37.12) Lb4

$$Lb4 = rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct)$$

$$Lb4 = 0.3$$

5.1.37.13) Lv4

$$Lv4 = Lb4 = 0.3$$

5.1.37.14) Lc4

$$Lc4 = Lo4 * (cs / ct)$$

$$Lc4 = 0.001$$

5.1.37.15) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0.001$$

5.1.37.16) Le4

$$Le4 = Lfe4 * (ce / ct)$$

$$Le4 = 0.2$$

5.1.37.17) Lft4

$$Lft4 = Lf4 + Le4$$

$$Lft4 = 0.4$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Cobertura]

5.1.38.1) Ra

$$Ra = Nd * Pa * La$$

$$Ra = 0.03221 * 0.0005 * 0.03995 * 10^{-4}$$

$$Ra = 0.00644 * 10^{-8}$$

5.1.38.2) Rb

$$Rb = Nd * Pb * Lb$$

$$Rb = 0.03221 * 0.05 * 0.09989$$

$$Rb = 0.00016$$

5.1.38.3) Ru

$$Ru = (Nl + Ndj) * Pu * Lu$$

$$Ru = (0.0053 + 0) * 0.0001 * 0.03995 * 10^{-4}$$

$$Ru = 0.0201 * 10^{-10}$$

5.1.38.4) Rut

$$Rut = (Nlt + Ndj1) * Put * Lu$$

$$Rut = (0.02648 + 0) * 0.0001 * 0.03995 * 10^{-4}$$

$$Rut = 0.01058 * 10^{-9}$$

5.1.38.5) Rv

$$Rv = (Nl + Ndj) * Pv * Lv$$

$$Rv = (0.0053 + 0) * 0.0095 * 0.09989$$

$$Rv = 0.00503 * 10^{-3}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned}Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\Rvt &= (0.02648 + 0) * 0.01 * 0.09989 \\Rvt &= 0.02645 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned}R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\R1z &= 0.00644 * 10^{-8} + 0.00016 + 0.0201 * 10^{-10} + 0.00503 * 10^{-3} \\&+ 0.01058 * 10^{-9} + 0.02645 * 10^{-3} \\R1z &= 19.24 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Cobertura]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned}Rb4 &= Nd * Pb * Lb4 \\Rb4 &= 0.03221 * 0.05 * 0.3 \\Rb4 &= 0.00048\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned}Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\Rc4 &= 0.03221 * 0.01 * 0.001 \\Rc4 &= 0.03221 * 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned}Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\Rm4 &= 6.13342 * 0.016 * 10^{-9} * 0.001 \\Rm4 &= 0.00981 * 10^{-11}\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned}Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\Rv4 &= (0.0053 + 0) * 0.0095 * 0.3 \\Rv4 &= 0.01509 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned}Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\Rvt4 &= (0.02648 + 0) * 0.01 * 0.3 \\Rvt4 &= 0.00008\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned}Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\Rw4 &= (0.0053 + 0) * 0.0095 * 0.001 \\Rw4 &= 0.00503 * 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned}Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\Rwt4 &= (0.02648 + 0) * 0.01 * 0.001 \\Rwt4 &= 0.02648 * 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned} R_{z4} &= N_i * P_z * L_{z4} \\ R_{z4} &= 0.5296 * 0 * 0.001 \\ R_{z4} &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned} R_{4z} &= R_{b4} + R_{c4} + R_{m4} + R_{v4} + R_{w4} + R_{z4} + R_{vt4} + R_{wt4} + R_{zt4} \\ R_{4z} &= 0.00048 + 0.03221 * 10^{-5} + 0.00981 * 10^{-11} + \\ &0.01509 * 10^{-3} + 0.00503 * 10^{-5} + 0 + 0.00008 + 0.02648 * 10^{-5} + 0 \\ R_{4z} &= 0.578 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned} R_a + R_b &= 16.09 \times 10^{-5} \\ R_1 &= 19.24 \times 10^{-5} \\ R_{t1} &= 1 \times 10^{-5} \\ R_1 &> R_{t1} \\ (R_a + R_b) &> R_{t1} \\ &[\text{Requer outra Classe de SPDA ou MPS}] \end{aligned}$$

6.2) R4

$$\begin{aligned} R_a + R_b &= 0.483 \times 10^{-3} \\ R_4 &= 0.578 \times 10^{-3} \\ R_{t4} &= 1 \times 10^{-3} \\ R_4 &\leq R_{t4} \\ (R_a + R_b) &\leq R_{t4} \\ &[\text{OK}] \end{aligned}$$

12. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

- 12.1. A seguinte documentação técnica deve ser mantida no local, ou em poder dos responsáveis pela manutenção do SPDA:
- 12.1.1. Relatório de verificação de necessidade do SPDA e de seleção do respectivo nível de proteção, elaborado conforme Anexos B;
 - 12.1.2. Desenhos em escala mostrando as dimensões, os materiais e as posições de todos os componentes do SPDA, inclusive eletrodos de aterramento;
 - 12.1.3. Dados sobre a natureza e a resistividade do solo;
 - 12.1.4. Um registro dos valores medidos de resistências de aterramento, a ser atualizado nas inspeções periódicas, e de quaisquer modificações ou reparos no SPDA.

AUTOR DO PROJETO E QUANTITATIVO DE PRANCHAS

13. PROJETO DE SPDA: 02 pranchas

14. EMPRESA E AUTORES DO PROJETO

Eng^a. Eletricista/Segurança: Simone de Araujo Melo – CREA-GO: 6.449/D

15. ASSINATURAS

15.1. CONTRATANTE: FESURV-UNIVERSIDADE DE RIO VERDE

PROPRIETÁRIO: UNI.RV-GO

CNPJ: 01.815.216/0001-78

NOME: SEBASTIÃO LÁZARO PEREIRA

CI/CPF:

15.2. CONTRATADA

PROFISSIONAL: ENGENHEIRA ELETRICISTA/SEGURANÇA

CNPJ:

NOME: SIMONE DE ARAUJO MELO

CPF:

CREA: 6.449/D-GO