

**CAMPUS CIDADE OCIDENTAL**

**UFG**

Goiânia, Goiás.

Revisão: R01

Sumário

[1. Objetivo 3](#_Toc200398417)

[2. Descrições Normativas 3](#_Toc200398418)

[3. Cálculos de Risco 3](#_Toc200398419)

[3.1 Memória de Cálculo 4](#_Toc200398420)

[3.2 Conclusão 16](#_Toc200398421)

[4. Critérios de Desempenho e Vida Útil do Projeto **Erro! Indicador não definido.**](#_Toc200398422)

[5. Os Subsistemas do SPDA 16](#_Toc200398423)

[5.1 Subsistema de Captação 16](#_Toc200398424)

[5.2 Subsistema de Descidas 16](#_Toc200398425)

[5.3 Subsistema de Aterramento 17](#_Toc200398426)

[5.4 Fixação e Conexões 17](#_Toc200398427)

[5.5 Equalização de Potencial 18](#_Toc200398428)

[6. Inspeções 18](#_Toc200398429)

[6.1 Itens que as inspeções devem assegurar 18](#_Toc200398430)

[6.2 Levantamento das necessidades de inspeção 18](#_Toc200398431)

[6.3 Periodicidade 19](#_Toc200398432)

[7. Especificação dos Materiais 19](#_Toc200398433)

[7.1 Haste de aterramento **Erro! Indicador não definido.**](#_Toc200398434)

[7.2 Cordoalha de cobre nu **Erro! Indicador não definido.**](#_Toc200398435)

[7.3 Solda exotérmica **Erro! Indicador não definido.**](#_Toc200398436)

[7.4 Terminal de compressão 19](#_Toc200398437)

[7.5 Barra Chata de Alumínio 7/8” x 1/8” 20](#_Toc200398438)

[7.6 Conector de Pressão 20](#_Toc200398439)

[7.7 Presilha em latão em forma de ‘U’ 21](#_Toc200398440)

[7.8 Aterrinsert 21](#_Toc200398441)

[7.9 Fitas Perfuradas 21](#_Toc200398442)

[7.10 Barramento de Equipotencialização Principal - BEP 22](#_Toc200398443)

[7.11 Captores tipo Franklin 22](#_Toc200398444)

[7.12 Tela Moeda 22](#_Toc200398445)

[7.13 Rebar 23](#_Toc200398446)

[8. Conclusão 23](#_Toc200398447)

|  |  |
| --- | --- |
| **EMPREENDIMENTO:**  **UFG CAMPUS CIDADE OCIDENTAL** | **CLIENTE:**  **UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS** |
| **CNPJ:**  **01.567.601/0001-43** | **ENDEREÇO:**  **Gleba 2-A, Fazenda Saia Velha, Cidade Ocidental-GO**  CEP: 72.880-000 |

# Objetivo

Os eletricistas e seus auxiliares deverão ser tecnicamente capacitados para execução das instalações aqui explicitadas e todos os materiais a serem empregados, deverão ser novos e de acordo com as especificações, caso o resultado do estudo acuse a necessidade de implementação do sistema.

Qualquer alteração, em relação ao projeto e/ou emprego de material inexistente na praça, só será permitida após consulta ao Autor do Projeto, sob pena de possíveis danos às instalações e, portanto, nenhuma responsabilidade por parte do mesmo.

# Descrições Normativas

* NBR 5419-1:2015
* NBR 5419-2:2015
* NBR 5419-3:2015
* NBR 5419-4:2015
* NR 10
* NBR 5410

# Cálculos de Risco

Partiu-se do pressuposto que o empreendimento não possui Sistema de Proteção de Descargas  
Atmosféricas implementado para análise da necessidade de projeto específico.

Segue o memorial de Cálculo de Risco conforme Norma NBR 5419 – Parte 2.

# 3.1 Memória de Cálculo

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

Ng = 4 [Descargas / km²/ano]

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 90.06 m

Largura [W] = 42.95 m

Altura [H] = 15.5 m

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

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

Ad = 90.06 \* 42.95 + 2 \* (3 \* 15.5) \* (90.06 + 42.95) + 3.14159 \* (3 \* 15.5)^2

Ad = 23030.92 m²

4) Geometria da Estrutura Adjacente [ENERGIA]

Comprimento [Lj] = 15.5 m

Largura [Wj] = 1 m

Altura [Hj] = 12 m

5) Adj - Área de exposição equivalente [em m²]

Adj = Lj \* Wj + 2 \* (3 \* Hj) \* (Lj + Wj) + PI \* (3 \* Hj)^2

Adj = 15.5 \* 1 + 2 \* (3 \* 12) \* (15.5 + 1) + 3.14159 \* (3 \* 12)^2

Adj = 5275 m²

6) Fatores de Ponderação

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

Estrutura isolada; nenhum outro objeto nas vizinhanças

Cd = 1.0

6.2) Fator de Localização da Estrutura ADJACENTE [Energia] - Cdj (Tabela A.1)

Estrutura ADJACENTE isolada; nenhum outro objeto nas vizinhanças

Cdj = 1.0

6.3) Comprimento da Linha de Energia

Ll = 15.5 [m]

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

Aéreo

Ci = 1.0

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

Linha de Energia ou Sinal

Ct = 1.0

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

Suburbano

Ce = 0.5

6.7) Comprimento da Linha de Sinal

Llt = 0 [m]

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

Aéreo

Cit = 1.0

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

Linha de Energia ou Sinal

Ctt = 1.0

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

Urbano

Cet = 0.1

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

Nd = Ng \* Ad \* Cd \* 10^-6

Nd = 0.09212

6.12) Ndj - Número de Eventos Perigosos pela Estrutura Adjacente Energia [por ano]

Ndj = Ng \* Adj \* Cdj \* 10^-6

Ndj = 0.0211

6.13) 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 = 918408.16

Nm = 3.67363

6.14) 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 = 620

Nl = 0.00124

6.15) 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 = 62000

Ni = 0.124

6.16) 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 = 0

Nlt = 0

6.17) 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 = 0

Nit = 0

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

Estrutura protegida por SPDA - Classe III

Pb = 0.1

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

Linha aérea não blindada

Cld = 1

Cli = 1

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

Linha enterrada blindada (energia ou sinal)

Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização

que o equipamento

Cldt = 1

Clit = 0

6.21) 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 x Wm1

Ks1 = 1

6.22) Uw Energia

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

Uw = 13.8

6.23) Ks4 Energia

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

Ks4 = 0.07

6.24) Uwt Sinal

Uwt = 1

6.25) Ks4t Sinal

Ks4t = 1

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

DPS Classe I

Peb = 0.01

6.27) 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 (Uw=13.8)

Pld = 1

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

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

equipotencialização do equipamento [Rs <= 1 ohms/Km] (Uw=1)

Pldt = 0.6

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

Pv = Peb \* Pld \* Cld

Pv = 0.01

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

Pvt = Peb \* Pldt \* Cldt

Pvt = 0.006

7) Zonas da Edificação

7.1) Zona: Zona 1 (Interna)

7.1.1) Número de pessoas na Zona

nz = 2100

7.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

nt = 2100

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

tz = 4500

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

te = 0

7.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

7.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

7.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

7.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

7.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

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

Não aplicável (área externa)

Ptu = 0

7.1.11) Ks2

Ks2 = 1

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

DPS Classe I

Pspd = 0.01

7.1.13) 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

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

DPS Classe I

Pspdt = 0.01

7.1.15) 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

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

Pc = Pspd \* Cld

Pc = 0.01

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

Pct = Pspdt \* Cldt

Pct = 0.01

7.1.18) Pms

Pms = (Ks1 \* Ks2 \* Ks3 \* Ks4)^2

Pms = 0.049\*10^-9

7.1.19) Pmst

Pmst = (Ks1 \* Ks2 \* Ks3t \* Ks4t)^2

Pmst = 0.01\*10^-6

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

Pm = Pspd \* Pms

Pm = 0.049\*10^-11

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

Pmt = Pspdt \* Pmst

Pm = 0.01\*10^-8

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

Pu = Ptu \* Peb \* Pld \* Cld

Pu = 0

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

Put = Ptu \* Peb \* Pldt \* Cldt

Put = 0

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

Pw = Pspd \* Pld \* Cld

Pw = 0.01

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

Pwt = Pspdt \* Pldt \* Cldt

Pwt = 0.006

7.1.26) Pli

Pli para Uw = 13.8 kV

Pli = 0.1

7.1.27) Plit

Plit para Uwt = 1 kV

Plit = 1

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

Pz = Pspd \* Pli \* Cli

Pz = 0.001

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

Pzt = Pspdt \* Plit \* Clit

Pzt = 0

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

Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como subsistema de descida

Pta = 0

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

Cascalho, tapete, carpete (Resistência de contato entre 10 e 100 ohms)

rt = 0.0001

7.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução rp (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

rp = 0.5

7.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução rf (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Baixo

rf = 0.001

7.1.34) 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

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

Pa = Pta \* Pb

Pa = 0

7.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

7.1.36.1) Lt

Lt = 0.01

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

Hospital, hotel, escola, edifício cívico

Lf = 0.1

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

Não Aplicável

Lo = 0

7.1.36.4) La

La = rt \* Lt \* (nz / nt) \* (tz / 8760)

La = 0.00514\*10^-4

7.1.36.5) Lu

Lu = La = 0.00514\*10^-4

7.1.36.6) Lb

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

Lb = 0.00013

7.1.36.7) Lv

Lv = Lb = 0.00013

7.1.36.8) Lc

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

Lc = 0

7.1.36.9) Lm Lw Lz

Lm = Lw = Lz = Lc = 0

7.1.37) L4 - Perda econômica

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

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

Lf4 = 0.2

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

Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público

Lo4 = 0.001

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

ca = 0 milhões

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

cb = 40 milhões

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

cc = 10 milhões

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

cs = 2 milhões

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

ct = 6.5 milhões

7.1.37.8) La4

La4 = rt \* Lt4 \* (ca / ct)

La4 = 0

7.1.37.9) Lu4

Lu4 = La4 = 0

7.1.37.10) Lb4

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

Lb4 = 0.0008

7.1.37.11) Lv4

Lv4 = Lb4 = 0.0008

7.1.37.12) Lc4

Lc4 = Lo4 \* (cs / ct)

Lc4 = 0.00031

7.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0.00031

7.1.37.14) Le4

Le4 = Lfe4 \* (ce / ct)

Le4 = 0

7.1.37.15) Lft4

Lft4 = Lf4 + Le4

Lft4 = 0.2

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

7.1.38.1) Ra

Ra = Nd \* Pa \* La

Ra = 0.09212 \* 0 \* 0.00514\*10^-4

Ra = 0

7.1.38.2) Rb

Rb = Nd \* Pb \* Lb

Rb = 0.09212 \* 0.1 \* 0.00013

Rb = 0.01183\*10^-4

7.1.38.3) Ru

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

Ru = (0.00124 + 0.0211) \* 0 \* 0.00514\*10^-4

Ru = 0

7.1.38.4) Rut

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

Rut = (0 + 0) \* 0 \* 0.00514\*10^-4

Rut = 0

7.1.38.5) Rv

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

Rv = (0.00124 + 0.0211) \* 0.01 \* 0.00013

Rv = 0.02869\*10^-6

7.1.38.6) Rvt

Rvt = (Nlt + Ndj1) \* Pvt \* Lv

Rvt = (0 + 0) \* 0.006 \* 0.00013

Rvt = 0

7.1.38.7) R1z

R1z = Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt

R1z = 0 + 0.01183\*10^-4 + 0 + 0.02869\*10^-6 + 0 + 0

R1z = 0.121 x 10^-5

7.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

7.1.39.1) Rb4

Rb4 = Nd \* Pb \* Lb4

Rb4 = 0.09212 \* 0.1 \* 0.0008

Rb4 = 0.00737\*10^-3

7.1.39.2) Rc4

Rc4 = Nd \* Pc \* Lc4

Rc4 = 0.09212 \* 0.01 \* 0.00031

Rc4 = 0.02835\*10^-5

7.1.39.3) Rm4

Rm4 = Nm \* Pm \* Lm4

Rm4 = 3.67363 \* 0.049\*10^-11 \* 0.00031

Rm4 = 0.00554\*10^-13

7.1.39.4) Rv4

Rv4 = (Nl + Ndj) \* Pv \* Lv4

Rv4 = (0.00124 + 0.0211) \* 0.01 \* 0.0008

Rv4 = 0.01787\*10^-5

7.1.39.5) Rvt4

Rvt4 = (Nlt + Ndj1) \* Pvt \* Lv4

Rvt4 = (0 + 0) \* 0.006 \* 0.0008

Rvt4 = 0

7.1.39.6) Rw4

Rw4 = (Nl + Ndj) \* Pw \* Lw4

Rw4 = (0.00124 + 0.0211) \* 0.01 \* 0.00031

Rw4 = 0.00687\*10^-5

7.1.39.7) Rwt4

Rwt4 = (Nlt + Ndj1) \* Pwt \* Lw4

Rwt4 = (0 + 0) \* 0.006 \* 0.00031

Rwt4 = 0

7.1.39.8) Rz4

Rz4 = Ni \* Pz \* Lz4

Rz4 = 0.124 \* 0.001 \* 0.00031

Rz4 = 0.03815\*10^-6

7.1.39.9) R4z

R4z = Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4

R4z = 0.00737\*10^-3 + 0.02835\*10^-5 + 0.00554\*10^-13 + 0.01787\*10^-5 + 0.00687\*10^-5 + 0.03815\*10^-6 + 0 + 0 + 0

R4z = 0.00794 x 10^-3

8) Risco Total

8.1) R1

Ra + Rb = 0.118 x 10^-5

R1 = 0.121 x 10^-5

Rt1 = 1 x 10^-5

R1 <= Rt1

(Ra + Rb) <= Rt1

[OK]

8.2) R4

Ra + Rb = 0.00737 x 10^-3

R4 = 0.00794 x 10^-3

Rt4 = 1 x 10^-3

R4 <= Rt4

(Ra + Rb) <= Rt4

[OK]

8.3) Estrutura Protegida.

R1 <= Rt1

R4 <= Rt4

9) Nível de Proteção adotada: III

# 3.2 Conclusão

De acordo com os cálculos acima descritos determina-se, baseado nos critérios presentes na NBR 5419, que há a necessidade de implementação de projeto de Sistemas de Proteção Contra Descarga Atmosféricas. Para tanto será necessário seguir as descrições de materiais e execução a seguir descritos.

# Os Subsistemas do SPDA

## Subsistema de Captação

Para o SPDA não isolado, o subsistema captor deverá ser instalado diretamente sobre o teto. Nos topos das estruturas de alvenaria deverá ser instalado um captor na forma de anel ao longo de todo o perímetro (malha de captação).

Este captor não pode ser instalado a mais de 0,5m (meio metro) da borda do perímetro superior.

Deverão ser instalados condutores de cobre nu 35mm² ou barra chata de alumínio, conforme projeto, fixado na cobertura para formar a malha de captação.

Também será utilizada um captor Franklin com altura descrita em projeto, com o objetivo de oferecer proteção para antenas e outras estruturas metálicas que forem instaladas sobre a cobertura.

O empreendimento possui mais que 60m (sessenta metros) de altura, logo é necessário **anéis de cintamento**, em projeto consta os posicionamentos e detalhes construtivos.

## Subsistema de Descidas

Serão instalados condutores de descida na distância determinada pelo nível de proteção requerido pela estrutura.

Para diminuir o risco de centelhamento, os condutores de descida serão dispostos de modo que as correntes percorram diversos condutores em paralelo, as **descidas** não naturais, ou seja, será necessário embutir condutores (barra rebar) dentro de pilares em concreto armado, para estabelecer a continuidade dos sistemas de captores com o sistema de aterramento.

É importante observar que na planta consta o detalhamento das descidas não naturais.

Caso seja de escolha da Obra, pode-se usar a ferragem da estrutura, contanto que se atenda os critérios da norma e a medição de resistência de descida, atendendo no máximo 0,2 ohm.

## Subsistema de Aterramento

Do ponto de vista da proteção contra o raio, um subsistema de aterramento único integrado à estrutura é preferível e adequado para todas as finalidades, ou seja, proteção contra raio, sistemas de potência de baixa tensão, sistemas de sinal e tubulações.

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas, o arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento.

Deve-se tomar especial atenção no momento da execução dos eletrodos de aterramento nas estacas de fundação.

Todo o processo deverá ter registro fotográfico e fiscalização e execução.

No Projeto, o eletrodo de aterramento adotado foi o condutor em anel.

Se a execução da construção não tiver sido acompanhada pelo responsável pelo aterramento, deverá fazer-se a verificação da continuidade elétrica das armaduras, por injeção de corrente entre pontos afastados tanto na vertical como na horizontal.

## Fixação e Conexões

Os captores e os condutores de descida deverão ser firmemente fixados, de modo a impedir que esforços eletrodinâmicos, ou esforços mecânicos acidentais (por exemplo, vibração) possam causar sua ruptura ou desconexão.

O número de conexões nos condutores do SPDA deverá ser reduzido ao mínimo. As conexões devem ser asseguradas por meio de soldagem exotérmica, conectores de pressão ou de compressão, rebites ou parafusos.

As conexões soldadas devem ser compatíveis com os esforços térmicos e mecânicos causados pela corrente de descarga atmosférica.

## Equalização de Potencial

A equalização de potencial constitui a medida mais eficaz para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro da estrutura. A equalização de potencial é obtida mediante condutores de ligação equipotencial, interligando o SPDA às tubulações metálicas,   
às instalações metálicas, às massas e os condutores dos sistemas elétricos de potência e de sinal, dentro do volume a proteger.

Uma ligação equipotencial principal, como prescreve a NBR 5410, é obrigatória.

Esta equalização será realizada através de um quadro contendo uma barra de equipotencialização.

Nos quadros de distribuição gerais de baixa tensão (QGBT) deve ser previstos protetores de surto. Nos quadros que alimentam equipamentos suscetíveis a danos causados por sobretensão, devem ser providos de protetores de surto.

A central de gás deve possuir telas moeda conectadas às ferragens próximas, para equipotencialização da mesma por meio da estrutura.

# Inspeções

## Itens que as inspeções devem assegurar

O SPDA deve estar conforme o projeto.

Todos os componentes do SPDA devem estar em bom estado, as conexões e fixações devem estar firmes e livres de corrosão.

O valor da resistência de aterramento e resistência ôhmica da gaiola devem estar compatíveis com o arranjo, com as dimensões do subsistema de aterramento e com a resistividade do solo.

Todas as construções acrescentadas à estrutura posteriormente à instalação original devem estar integradas no volume a proteger, mediante ligação ao SPDA ou ampliação deste.

Para inspeção do sistema de aterramento e descida foram deixados aterrinserts nos pilares, estes devem ser instalados e sinalizados durante a execução para que não seja acrescido qualquer material em cima de forma a impedir o acesso direto e por consequência a inspeção do sistema.

## Levantamento das necessidades de inspeção

Inspecionar durante a construção da estrutura, para verificar a correta instalação dos eletrodos de aterramento, dos captores e das condições para utilização das armaduras como integrantes da gaiola de Faraday;

Inspecionar periodicamente, todos os itens prescritos acima, e respectiva manutenção, em intervalos não superiores aos estabelecidos abaixo;

Realizar inspeção completa após qualquer modificação ou reparo no SPDA;

Inspecionar quando for constatado que o SPDA foi atingido por uma descarga atmosférica, para inspeções;

## Periodicidade

Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada anualmente.

Medições de aterramento e resistência ôhmica da gaiola (Anexo E NBR 5419) devem ser executadas no período determinado abaixo.

Inspeções completas conforme listados acima devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos de cinco anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou industriais, excetuando-se áreas classificadas com risco de incêndio ou explosão;

Todas as medições e inspeções devem ser realizadas por profissional legalmente habilitado com registro em conselho de classe, mediante apresentação de ART.

# Especificação dos Materiais

Todos os materiais e equipamentos a serem utilizados nas instalações deverão ser novos e de boa qualidade, preferencialmente de marcas consagradas no mercado e certificadas junto ao INMETRO, livres de falhas, atendendo plenamente as especificações. No caso da não adesão do material sugerido deve prevalecer o critério de equivalência, baseando-se no fato de que dois materiais ou equipamentos apresentam equivalência se desempenham idêntica função construtiva a apresentam as mesmas características exigidas pelas especificações.

Todos os materiais adquiridos devem ser testados para certificação do seu bom funcionamento, qualquer equipamento que apresentar dano ou mau funcionamento deve ser substituído imediatamente por outro em boas condições.

# Terminal de compressão

Imagem em preto e branco

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Deve ser gravado no corpo do conector terminal de compressão, de forma legível e indelével, no mínimo a marca ou nome do fabricante, seção em mm² e tipo de condutor aplicável, índice da matriz aplicável e número de compressões com indicação das partes a serem comprimidas. Deve ser isento de trincas, riscos, lascas, porosidades, rachas ou falhas. Deve ser isento de inclusões, arestas vivas, partes pontiagudas e rebarbas que possam danificar o condutor. Devem ser fornecidos revestidos com partículas de liga de cobre-berílio duro, ou outro tipo de material de dureza e condutividade elétrica equivalente.

# Barra Chata de Alumínio 7/8” x 1/8”

Imagem em preto e branco

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Resistente à corrosão, de alta soldabilidade e baixa resistência mecânica, a barra chata de alumínio possui alta condutividade elétrica, pois o alumínio é um metal não magnético. Com isso não cria faíscas quando expostos a atritos. O material também não considerado tóxico como alguns metais.

É bastante leve e por esse motivo de fácil transportabilidade e agilidade na logística, armazenamento e distribuição. Possui aspecto cinza prateado e fosco, devido à fina camada de óxidos que se forma rapidamente quando exposto ao ar, maleável e dúctil, e por isso resistente à corrosão.

# Conector de Pressão

Uma imagem contendo edifício

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Possui corpo em cobre eletrolítico, porca e miolo em liga de cobre com acabamento estranhado, utilizado em derivação ou emenda para cabos, indicado em conexões entre cobre-cobre, por meio de conexão por aperto. Possui alta condutividade elétrica e resistência a corrosão.

A superfície do conector deve ser isenta de inclusões, trincas, rebarbas, empenamento, saliências pontiagudas, arestas cortantes, cantos vivos ou outros defeitos. A borda do conector não deve apresentar aresta viva que possa danificar o condutor.

# Presilha em latão em forma de ‘U’

Uma imagem contendo peças de metal

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Possui corpo em latão estanhado com furo para parafuso sextavado. Utilizado para fixação do condutor de cobre na estrutura.

# Aterrinsert

Uma imagem contendo hidrante, gato, água, motor

O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

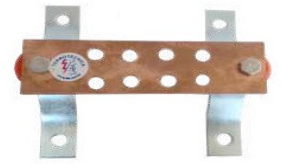
Possui corpo em latão niquelado, compatível com condutores com diâmetro de 16mm² até 70mm², com disco e rosca fêmea M12. Utilizado para rebars (barra de aço galvanizado) de 8 até 10mm de diâmetro, com o objetivo de acessar as barras de aterramento, promovendo teste de continuidade elétrica, aterramento de massas metálicas e interligação com os barramentos de equipotencialização.

# Fitas Perfuradas



Fitas perfuradas em latão niquelado com 3 metros de comprimento, 20mm de largura e furos de ∅7mm e espessura de 1,2mm. Utilizada para equalização de estruturas da edificação e elementos metálicos como tubulações, trilhos de elevador, dentre outros.

# Barramento de Equipotencialização Principal - BEP



Fabricado em cobre com dimensões a serem indicadas pelo projeto de subestação. Utilizado para equalização de massa metálica, equipamentos e etc, a fim de evitar que a diferença de potencial gere correntes elétricas que possam causar danos a pessoas e equipamentos, por meio da conexão com a malha de aterramento.

# Captores tipo Franklin

Objeto de metal

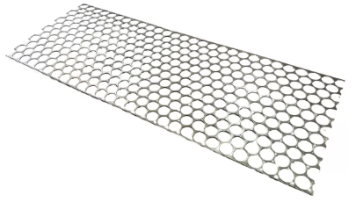
O conteúdo gerado por IA pode estar incorreto.

Ponta captora tipo Franklin em latão cromado. Possui base com dois furos passantes de ∅13mm para conexão com os cabos de cobre (fixação através de parafuso em aço inox) e rosca BSP 3/4” para conexão com mastros e postes. Comprimento da ponta central de 220mm, diâmetro da ponta central ∅3/8”, comprimento de pontas laterais de 100mm e diâmetro das pontas laterais de ∅1/4”. com a malha de aterramento.

A base deve ser formada por um mastro em eletroduto simples galvanizado a fogo, contendo 1 módulo, sendo ele de 2x3 metros, produzido em aço carbono, resistente a intempéries, com diâmetro externo de 63,5mm.

Deve ainda conter, 6 metros de cabo de cobre nú 35mm², 3 abraçadeiras guia reforçadas, 1 sinalizador noturno de obstáculo e uma base em aço galvanizado de igual diâmetro do mastro.

# Tela Moeda



São chapas em inox perfuradas, com dimensões de 1x1 metros e espessura de 2,4mm. Utilizado para equalização dos bojões de gás.

# Rebar



São barras redondas de aço galvanizado a fogo ∅3/8”x3,40m (70mm² de área de seção), devem atender as especificações das tabelas 6 e 7 da norma NBR 5419/3:2015. Serão utilizadas no subsistema de descida junto à pilares para conexão dos subsistemas de captação e aterramento.

# Conclusão

Deve-se manter o cuidado de garantir a continuidade elétrica nas suas emendas e conexões do sistema de aterramento. O perfeito contato elétrico é de extrema importância para o funcionamento correto do sistema. Juntamente com o sistema de aterramento previsto no projeto de SPDA, deve-se verificar as indicações nos projetos de ELÉTRICA e TELECOMUNICAÇÕES. O sistema de aterramento Elétrico / Telecomunicações / SPDA deverá compor um sistema único, devendo ser totalmente interligado, exceto quando houver no empreendimento malha de aterramento destinado a subestação abrigada, neste caso, os sistemas devem ser completamente isolados.

A seguinte documentação técnica deve ser mantida no local ou em poder dos responsáveis pela manutenção do SPDA: - Relatório de verificação de necessidade do SPDA e de seleção do respectivo nível de proteção, elaborado conforme projeto da ATC. Desenhos em escala mostrando as dimensões, os materiais e as posições de todos os componentes do SPDA, inclusive eletrodos de aterramento (projeto as-built). - Um registro dos valores medidos de resistência de aterramento a ser atualizado nas inspeções periódicas ou quaisquer modificações ou reparos no SPDA. A medição de resistência de aterramento pode ser realizada pelo método de queda de potencial usando o medidor da resistência de aterramento, voltímetro/amperímetro ou outro equivalente. Não é admissível a utilização de multímetro.

Ao término 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 superiores a 0,5 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.

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

Goiânia, 06 de Junho de 2025.

**Eng. Jorge Luiz Rodrigues da Silva**

**CREA-GO – 20372/D-GO**

**Autor do Projeto**