

PROMOTORIAS DE JUSTIÇA DE JUIZ DE FORA
RUA JOSÉ CALIL AHOUGI, LOTE F, BAIXADA DO PARAIBUNA
JUIZ DE FORA – MINAS GERAIS

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO COMPLEMENTAR:

SPDA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Normas Aplicáveis	3
2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA	3
2.1. Geral	3
2.2. Subsistema de Captação	13
2.3. Subsistema de Descidas	14
2.4. Subsistema de Aterramento	15
2.5. Equalização de Potencial	16
3. TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA DO SUBSISTEMA DE DESCIDAS	18
4. NOTAS GERAIS	19
5. OBSERVAÇÕES FINAIS	20

1. INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objetivo indicar a metodologia adotada na elaboração do Anteprojeto de SPDA da Nova Sede das Promotorias de Justiça de Juiz Fora, a ser construída na Rua José Calil Ahouagi, lote F, Baixada do Paraibuna em Juiz de Fora - MG.

1.1. Normas Aplicáveis

Os projetos serão elaborados obedecendo as Normas Técnicas da ABNT vigentes e as diretrizes básicas definidas no projeto arquitetônico.

- ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5419-1:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 1: Princípios gerais;
- ABNT NBR 5419-2:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 2: Gerenciamento de risco;
- ABNT NBR 5419-3:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- ABNT NBR 5419-4:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

2.1. Geral

Após cálculo de análise de risco através do software Tupan, desenvolvido por Luis Eduardo Caires e Hélio Eiji Sueta do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE USP), foi determinado que a edificação necessita de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, e o nível adotado para se atingir os valores toleráveis por norma foi o nível 2 e classe de SPDA II (ver Análise de Risco).

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) será composto por malhas de captação nas coberturas, descidas e malha de aterramento.

A edificação será protegida com os parâmetros de proteção de nível 2 e classe de SPDA II, por se tratar de uma edificação que contém bens de grande

valor, abriga um grande número de pessoas e que em caso de descargas atmosféricas pode causar perda de comunicação, falhas nos computadores que por sua vez pode causar a perda de dados, conforme especificações da NBR-5419.

Para os riscos admissíveis foram utilizados valores típicos conforme norma.

Tupan 5 v1.4

Dados Técnicos | Outros Dados | Resultado | Zonas

Dados da Estrutura

Área de exposição equivalente da estrutura principal: 52910,97023 [m²]

Área de exposição equivalente de estrutura adjacente: 2806,858335 [m²]

Calcular a área de exposição equivalente

Largura: 34,35 [m]

Comprimento: 37,8 [m]

Altura: 35,75 [m]

Altura da protuberância: 1,1 [m]

☒ Estrutura complexa. (Se essa caixa estiver marcada o programa considera uma protuberância)

Influências ambientais

Localização (cidade): Juiz de Fora

Localização da estrutura: Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixa

Frequência de raios (lg): 16,9 [1/km²/ano]

Risco de incêndio ou explosão: Incêndio Normal

Medidas de proteção ou mitigação do risco

Proteção por SPDA (se alterar faça avaliação para todas zonas dentro da estrutura principal): sem SPDA

Meios para reduzir as consequências de incêndio: Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo

Ajuda para seleção dos campos

Atributos da linha de energia conectada

Comprimento da linha conectada: 1000 [m]

Área de exposição adjacente: 0 [m²]

Fator ambiental (Ce): ban.com edifícios mais altos que 20m

Fator de instalação dos condutores (Ci): Enterrado

Condição da blind., aterr. e isolamento: Lin.enterrada não blindada. Conex.entrr. indefinida

Tipo de linha (Ct): Linha AT (trafo AT/BT)

Tensão sup. impulso do sistema: 2,5kV

DPS de acordo com nível de proteção: Sem proteção coordenada com DPS

Fiação interna (Ks3): Não blindado- sem precaução para evitar laços

Gravar

Ajuda para seleção dos campos

Atributos da linha de telecomunicação conectada

Comprimento da linha conectada: 1000 [m]

Área de exposição adjacente: 0 [m²]

Fator ambiental (Ce): ban.com edifícios mais altos que 20m

Fator de instalação dos condutores (Ci): Enterrado

Condição da blind., aterr. e isolamento: Lin.enterrada não blindada. Conex.entrr. indefinida

Tensão sup. impulso do sistema: 1,5kV

DPS de acordo com nível de proteção: Sem proteção coordenada com DPS

Fiação interna (Ks3): Não blindado- sem precaução para evitar laços

Gravar

Ajuda para seleção dos campos

Dados de Entrada (Verificação da necessidade de SPDA) – Parte 1

Tupan 5 v1.4

Dados Técnicos | Outros Dados | Resultado | Zonas

Medidas de proteção contra tensão de passo e toque e blindagem

Contra tensão de passo e toque na estrutura:

Contra tensão de passo e toque na linha conectada:

☐ Blindagem metálica contínua ☒ Sem blindagem metálica

Largura da blindagem ou distância das descidas: Wm1 [m] Wm2 [m]

Ajuda para definir largura da blindagem ou distância das descidas

Gravar

Fatores de variação das perdas

Fator de redução pelo tipo de solo ou piso:

Fator de acréscimo devido a um perigo especial:

Risco admissível

R1 (risco de perda de vida humana)	<input type="text" value="1"/>	x 10 ⁻⁵	Valores de norma
R2 (risco de perda de serviço ao público)	<input type="text" value="100"/>		
R3 (risco de perda de patrimônio cultural)	<input type="text" value="10"/>		
R4 (risco de perda de valor econômico)	<input type="text" value="100"/>		

Gravar

Dimensionamento das perdas potenciais (montante do risco)

Vidas humanas (perda L1)

Número de pessoas na zona: Tempo de exposição na zona(em horas por ano):

Número total de pessoas:

Gravar

Fatores de avaliação do risco ambiental para as pessoas na zona

Risco de falha de sistemas internos:

Tipo da estrutura:

Valor econômico (perda L4)

Valor dos animais na zona: Valor do conteúdo na zona:

Valor da edificação na zona: Valor dos sistemas internos na zona:

Fatores de avaliação do risco ambiental para as pessoas na zona

Risco de falha de sistemas internos:

Tipo da estrutura:

Gravar

Ajuda para preenchimento

Instalações de serviço ao público (perda L2)

Tipo do serviço:

Memória cultural (perda L3)

Valor do patrimônio cultural na zona: Valor total da edificação:

Gravar

Dados de Entrada (Verificação da necessidade de SPDA) – Parte 2

Projeto:	MPMG-JUIZ DE FORA
Dimensões da estrutura	
Zona:	0
Área de exposição equivalente A_D [m ²]	52911
Influências ambientais	
Localização (c_D):	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos
Frequência de descarga para terra N_G [1/km ² /ano]:	16,9
Tipo de solo:	Mármore, Cerâmico
Tipo de estrutura:	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas
Risco de incêndio (r_i):	Incêndio Normal
Perigo especial (h_2):	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)
Número de pessoas na zona:	520
Serviços conectados:	
Largura da blindagem ou distância entre as descidas w_1 [m]	8,3333
Largura da blindagem ou distância entre as descidas w_2 [m]	8,3333
Medidas de proteção	
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):	sem SPDA
Meios para restringir as consequências de incêndio (r_p):	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo
Contra tensão de toque ou passo na estrutura (P_{TA}):	Restrições físicas ou estrutura como sist. descida
Contra tensão de toque ou passo na linha (P_{TL}):	Restrições físicas
Atributos da linha conectada:	
Linha de energia	
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	2,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	Sem proteção coordenada com DPS
Modo de instalação da linha (C_i):	Enterrado
Linha de telecomunicação	
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	1,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	Sem proteção coordenada com DPS
Modo de instalação da linha (C_i):	Enterrado
Resultado	
Perda de vida humana R_1	3,5315E-05
Avaliação de risco:	intolerável
Perda de serviço público R_2	2,0736E-02
Avaliação de risco:	intolerável
Perda de herança cultural R_3	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável
Perda econômica R_4	2,1399E-03
Avaliação de risco:	intolerável
Projeto avaliado por:	0
Data da avaliação:	07/02/2020
Total:	
Perda de vida humana R_1	3,5315E-05
Perda de serviço público R_2	2,0736E-02
Perda de herança cultural R_3	0,0000E+00
Perda econômica R_4	2,1399E-03

Figura 1 - Análise de risco: Verificação da Necessidade de SPDA

Dados Técnicos

Outros Dados

Resultado

Zonas

Dados da Estrutura

Área de exposição equivalente da estrutura principal

52910,97023

[m²]

Área de exposição equivalente de estrutura adjacente:

2806,858335

[m²]

Calculo da área de exposição equivalente

Largura:

34,35

[m]

Comprimento:

37,8

[m]

Altura:

35,75

[m]

Altura da protuberância:

1,1

[m]

Carregar dados da estrutura principal

Carregar e armazenar dados para estrutura principal

Carregar linha energia

Carregar linha telecomunicação

calcular para estrutura adjacente conectada pela linha

gravar linha energia

gravar linha telecomunicação

Com ajuda para Cálculo de estruturas simples

Sem ajuda para Cálculo de estruturas simples

☒ Estrutura complexa. (Se essa caixa estiver marcada o programa considera uma protuberância)

Medidas de proteção ou mitigação do risco

Proteção por SPDA (se alterar faça avaliação para todas zonas dentro da estrutura principal)

Classe do SPDA III

Meios para reduzir as consequências de incêndio

Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo

Ajuda para seleção dos campos

Influências ambientais

Localização (cidade):

Juiz de Fora

Localização da estrutura:

Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixo

Gravar

Frequência de raios(Ng):

16,9

[1/km²/ano]

Risco de incêndio ou explosão

Incêndio Normal

Atributos da avaliação

Nome do projeto:

MPMG-JUIZ DE FORA

Avaliador:

Gravar

Atributos da linha de energia conectada

Comprimento da linha conectada:

1000

[m]

Área de exposição adjacente:

0

[m²]

Fator ambiental (Ce)

pan.com edificios mais altos que 20m

Fator de instalação dos condutores (Ci)

Enterrado

Condição da blind., ater. e isolamento

Lin.enterrada não blindada. Conex.ent. indefinida

Tipo de linha (Ct)

Linha AT (trafo AT/BT)

Tensão sup. impulso do sistema

2,5kV

DPS de acordo com nível de proteção

III-IV

Fiação interna (Ks3)

Não blindado- sem precaução para evitar laços

Gravar

Ajuda para seleção dos campos

Atributos da linha de telecomunicação conectada

Comprimento da linha conectada:

1000

[m]

Área de exposição adjacente:

0

[m²]

Fator ambiental (Ce)

pan.com edificios mais altos que 20m

Fator de instalação dos condutores (Ci)

Enterrado

Condição da blind., ater. e isolamento

Lin.enterrada não blindada. Conex.ent. indefinida

Tensão sup. impulso do sistema

1,5kV

DPS de acordo com nível de proteção

III-IV

Fiação interna (Ks3)

Não blindado- sem precaução para evitar laços

Gravar

Ajuda para seleção dos campos

Dados de Entrada (Utilizando SPDA classe III) – Parte 1

Tupan 5 v1.4

Dados Técnicos | Outros Dados | Resultado | Zonas

Medidas de proteção contra tensão de passo e toque e blindagem

Contra tensão de passo e toque na estrutura: Restrições físicas ou estrutura como sist. descida

Contra tensão de passo e toque na linha conectada: Restrições físicas

Blindagem metálica contínua ☐ Sem blindagem metálica ☒

Largura da blindagem ou distância das descidas: Wm1 8,3333 [m] Wm2 8,3333 [m]

Ajuda para definir largura da blindagem ou distância das descidas

Gravar

Fatores de variação das perdas

Fator de redução pelo tipo de solo ou piso: Mármore, Cerâmico

Fator de acréscimo devido a um perigo especial: Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 10)

Risco admissível

R1 (risco de perda de vida humana)	1	x 10 ⁻⁵	Valores de norma
R2 (risco de perda de serviço ao público)	100		
R3 (risco de perda de patrimônio cultural)	10		
R4 (risco de perda de valor econômico)	100		

Gravar

Dimensionamento das perdas potenciais (montante do risco)

Vidas humanas (perda L1)

Número de pessoas na zona: 520 Tempo de exposição na zona (em horas por ano): 1920

Número total de pessoas: 728

Gravar

Fatores de avaliação do risco ambiental para as pessoas na zona

Risco de falha de sistemas internos: Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de

Tipo da estrutura: Industrial, comercial

Valor econômico (perda L4)

Valor dos animais na zona: 0 Valor do conteúdo na zona: 0

Valor da edificação na zona: 8000000 Valor dos sistemas internos na zona: 8000000

Fatores de avaliação do risco ambiental para as pessoas na zona

Risco de falha de sistemas internos: Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial

Tipo da estrutura: Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comer

Gravar

Ajuda para preenchimento

Instalações de serviço ao público (perda L2)

Tipo do serviço: Gás, água, fornecimento de energia

Memória cultural (perda L3)

Valor do patrimônio cultural na zona: 0 Valor total da edificação: 0

Gravar

Dados de Entrada (Utilizando SPDA classe III) – Parte 2

Projeto:	MPMG-JUIZ DE FORA
Dimensões da estrutura	
Zona:	0
Área de exposição equivalente A_D [m ²]	52911
Influências ambientais	
Localização (c_D):	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos
Frequência de descarga para terra N_G [1/km ² /ano]:	16,9
Tipo de solo:	Mármore, Cerâmico
Tipo de estrutura:	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas
Risco de incêndio (r_f):	Incêndio Normal
Perigo especial (h_z):	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)
Número de pessoas na zona:	520
Serviços conectados:	
Largura da blindagem ou distância entre as descidas w_1 [m]	8,3333
Largura da blindagem ou distância entre as descidas w_2 [m]	8,3333
Medidas de proteção	
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):	Classe do SPDA III
Meios para restringir as consequências de incêndio (r_p):	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo
Contra tensão de toque ou passo na estrutura (P_{TA}):	Restrições físicas ou estrutura como sist. descida
Contra tensão de toque ou passo na linha (P_{TA}):	Restrições físicas
Atributos da linha conectada:	
Linha de energia	
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	2,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	III-IV
Modo de instalação da linha (C_l):	Enterrado
Linha de telecomunicação	
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	1,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	III-IV
Modo de instalação da linha (C_l):	Enterrado
Resultado	
Perda de vida humana R_1	3,5157E-06
Avaliação de risco:	tolerável
Perda de serviço público R_2	1,0767E-03
Avaliação de risco:	intolerável
Perda de herança cultural R_3	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável
Perda econômica R_4	1,0868E-04
Avaliação de risco:	tolerável

Figura 2 - Análise de risco: utilização de SPDA classe III

Tupan 5 v1.4

X

Dados Técnicos

Outros Dados

Resultado

Zonas

Dados da Estrutura

Área de exposição equivalente da estrutura principal

52910,97023

[m²]

Área de exposição equivalente de estrutura adjacente:

2806,858335

[m²]

Calcular a área de exposição equivalente

Largura:

34,35

[m]

Comprimento:

37,8

[m]

Altura:

35,75

[m]

Altura da protuberância:

1,1

[m]

Carregar dados da estrutura principal

Carregar e armazenar dados para estrutura principal

Carregar linha energia

Carregar linha telecomunicação

calcular para estrutura adjacente conectada pela linha

gravar linha energia

gravar linha telecomunicação

Com ajuda para Cálculo de estruturas simples

Sem ajuda para Cálculo de estruturas simples

☒ Estrutura complexa. (Se essa caixa estiver marcada o programa considera uma protuberância)

Medidas de proteção ou mitigação do risco

Proteção por SPDA (se alterar faça avaliação para todas zonas dentro da estrutura principal)

Classe do SPDA II

Meios para reduzir as consequências de incêndio

Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo

Ajuda para seleção dos campos

Influências ambientais

Localização (cidade):

Juiz de Fora

Localização da estrutura:

Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixa

Gravar

Frequência de raios(Ng):

16,9

[1/km²/ano]

Instruções

Risco de incêndio ou explosão

Incêndio Normal

Atributos da avaliação

Nome do projeto:

MPMG-JUIZ DE FORA

Avaliador:

Gravar

Atributos da linha de energia conectada

Comprimento da linha conectada:

1000

[m]

Área de exposição adjacente:

0

[m²]

Fator ambiental (Ce)

Urban.com edifícios mais altos que

Fator de instalação dos condutores (Ci)

Enterrado

Condição da blind., aterr. e isolamento

Lin.enterrada não blindada. Conex.entrr. indefinida

Tipo de linha (Ct)

Linha AT (trafo AT/BT)

Tensão sup. impulso do sistema

2,5kV

DPS de acordo com nível de proteção

II

Fiação interna (Ks3)

Não blindado- sem precaução para evitar laços

Gravar

Ajuda para seleção dos campos

Atributos da linha de telecomunicação conectada

Comprimento da linha conectada:

1000

[m]

Área de exposição adjacente:

0

[m²]

Fator ambiental (Ce)

Urban.com edifícios mais altos que

Fator de instalação dos condutores (Ci)

Enterrado

Condição da blind., aterr. e isolamento

Lin.enterrada não blindada. Conex.entrr. indefinida

Tensão sup. impulso do sistema

1,5kV

DPS de acordo com nível de proteção

II

Fiação interna (Ks3)

Não blindado- sem precaução para evitar laços

Gravar

Ajuda para seleção dos campos

Dados de Entrada (Utilizando SPDA classe II) – Parte 1

Tupan 5 v1.4

Dados Técnicos | Outros Dados | Resultado | Zonas

Medidas de proteção contra tensão de passo e toque e blindagem

Contra tensão de passo e toque na estrutura: Restrições físicas ou estrutura como sist. descida

Contra tensão de passo e toque na linha conectada: Restrições físicas

☐ Blindagem metálica contínua ☒ Sem blindagem metálica

Largura da blindagem ou distância das descidas: Wm1 8,3333 [m] Wm2 8,3333 [m]

Ajuda para definir largura da blindagem ou distância das descidas

Gravar

Fatores de variação das perdas

Fator de redução pelo tipo de solo ou piso: Mármore, Cerâmico

Fator de acréscimo devido a um perigo especial: Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 10)

Risco admissível

R1 (risco de perda de vida humana)	1	x 10 ⁻⁵	Valores de norma
R2 (risco de perda de serviço ao público)	100		
R3 (risco de perda de patrimônio cultural)	10		
R4 (risco de perda de valor econômico)	100		

Gravar

Dimensionamento das perdas potenciais (montante do risco)

Vidas humanas (perda L1)

Número de pessoas na zona: 520

Número total de pessoas: 728

Tempo de exposição na zona (em horas por ano): 1920

Gravar

Fatores de avaliação do risco ambiental para as pessoas na zona

Risco de falha de sistemas internos: Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de v

Tipo da estrutura: Industrial, comercial

Valor econômico (perda L4)

Valor dos animais na zona: 0

Valor da edificação na zona: 8000000

Valor do conteúdo na zona: 0

Valor dos sistemas internos na zona: 8000000

Fatores de avaliação do risco ambiental para as pessoas na zona

Risco de falha de sistemas internos: Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial

Tipo da estrutura: Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, come

Gravar

Ajuda para preenchimento

Instalações de serviço ao público (perda L2)

Tipo do serviço: Gás, água, fornecimento de energia

Memória cultural (perda L3)

Valor do patrimônio cultural na zona: 0

Valor total da edificação: 0

Gravar

Dados de Entrada (Utilizando SPDA classe II) – Parte 2

Projeto:	MPMG-JUIZ DE FORA
Dimensões da estrutura	
Zona:	0
Área de exposição equivalente A_D [m ²]	52911
Influências ambientais	
Localização (c_D):	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos
Frequência de descarga para terra N_G [1/km ² /ano]:	16,9
Tipo de solo:	Mármore, Cerâmico
Tipo de estrutura:	Locais onde falhas de sistemas internos não causam perdas de vidas humanas
Risco de incêndio (r_f):	Incêndio Normal
Perigo especial (h_z):	Médio nível de pânico (ex.: prédio destinado a eventos e quantidade de pessoas limitadas de 100 a 1000)
Número de pessoas na zona:	520
Serviços conectados:	
Largura da blindagem ou distância entre as descidas w_1 [m]	8,3333
Largura da blindagem ou distância entre as descidas w_2 [m]	8,3333
Medidas de proteção	
Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA):	Classe do SPDA II
Meios para restringir as consequências de incêndio (r_p):	Extintores manuais, alarmes manuais, hidrantes, rotas de fuga protegidas ou compartimentos à prova de fogo
Contra tensão de toque ou passo na estrutura (P_{TA}):	Restrições físicas ou estrutura como sist. descida
Contra tensão de toque ou passo na linha (P_{TL}):	Restrições físicas
Atributos da linha conectada:	
Linha de energia	
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	2,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	II
Modo de instalação da linha (C_l):	Enterrado
Linha de telecomunicação	
Fator ambiental da linha:	Urban.com edifícios mais altos que 20m
Fiação interna:	Não blindado- sem precaução para evitar laços
Tensão suportável de impulso atmosférico no sistema [kV]	1,5kV
Dispositivo de proteção contra Surto DPS (P_{SPD}):	II
Modo de instalação da linha (C_l):	Enterrado
Resultado	
Perda de vida humana R_1	1,7562E-06
Avaliação de risco:	tolerável
Perda de serviço público R_2	4,3867E-04
Avaliação de risco:	tolerável
Perda de herança cultural R_3	0,0000E+00
Avaliação de risco:	tolerável
Perda econômica R_4	4,3810E-05
Avaliação de risco:	tolerável

Figura 3 - Análise de risco: utilização de SPDA classe II

2.2. Subsistema de Captação

A captação será feita através de barras chatas de alumínio de 7/8"x1/8" instaladas na cobertura e a malha de captação será feita com meshes de no máximo 10m x 10m, conforme Tabela 2 – Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA – NBR 5419-3:2015 e Tabela 6 – Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, hastes captoras e condutores de descidas – NBR 5419-3:2015.

Tabela 2 – Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA

— Classe do SPDA	Método de proteção		
	Raio da esfera rolante - R m	Máximo afastamento dos condutores da malha m	Ângulo de proteção α°
I	20	5 x 5	Ver Figura 1
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	

Tabela 6 – Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, hastes captoras e condutores de descidas

Material	Configuração	Área da seção mínima mm ²	Comentários ^d
Cobre	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado maciço ^d	35	Diâmetro 6 mm
	Encordoadado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Alumínio	Fita maciça	70	Espessura 3 mm
	Arredondado maciço	70	Diâmetro 9,5 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço cobreado IACS 30 % ^e	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio cobreado IACS 64 %	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6 mm
Aço galvanizado a quente ^a	Fita maciça	50	Espessura mínima 2,5 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	50	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço inoxidável ^c	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme ABNT NBR 6323 [1]. ^b Aplicável somente a minicaptadores. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo, força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m. ^c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %. ^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos, sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %. ^e A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (<i>International Annealed Copper Standard</i>).			
NOTA 1 Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo é importante que as prescrições da Tabela 7 sejam atendidas.			
NOTA 2 Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.			

2.3. Subsistema de Descidas

As descidas serão feitas embutidas nos pilares da edificação através de barras condutoras galvanizadas a fogo Ø3/8" x 3,40m (RE-BAR), interligadas às partes metálicas da estrutura da edificação.

Tal solução será adotada com a finalidade de manter um aspecto arquitetônico mais adequado, além de ser o sistema mais eficiente para a edificação.

Tabela 4 – Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de SPDA

Classe do SPDA	Distâncias m
I	10
II	10
III	15
IV	20
NOTA É aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20 % além dos valores acima.	

De acordo com a Tabela 4 - Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe de PDA, a distância máxima entre descidas para a classe II é de 10 metros, sendo aceitável que o espaçamento dos condutores de descidas tenha no máximo 20% além de 10 metros.

O perímetro da edificação é de 167,50m, dividindo o perímetro pela distância máxima de 10m entre descidas obtém-se o valor de 16,75, valor mínimo de descidas se a edificação fosse uma estrutura quadrada. Como a edificação não possui estrutura quadrada, utilizamos 32 descidas com o espaçamento máximo entre elas de 10m.

2.4. Subsistema de Aterramento

O aterramento da edificação será feito embutido nos pilares da edificação através de barras condutoras galvanizadas a fogo Ø3/8" x 3,40m (RE-BAR), interligadas às fundações da edificação, conforme item 5.4.4 Eletrodos de aterramento naturais – ABNT NBR 5419.3: *"As armaduras de aço interconectadas nas fundações de concreto, ou outras estruturas metálicas subterrâneas disponíveis, podem ser utilizadas como eletrodos de aterramento, desde que sua continuidade elétrica seja garantida. Os métodos para garantir essa continuidade são idênticos aos utilizados para os condutores de descida. Quando as armaduras do concreto das vigas de fundação (baldrame) são utilizadas como eletrodo de aterramento, devem ser tomados cuidados especiais nas interconexões para prevenir rachaduras do concreto. No caso de concreto protendido, os cabos de*

ação não podem ser usados como condutores das correntes da descarga atmosférica. "

Pelo menos um tubulão raso ou profundo para cada pilar deverá ter uma RE-BAR amarrada às demais ferragens, desde o ponto mais profundo até os blocos dos pilares. As RE-BARs também deverão ser interligadas nas vigas baldrames, horizontalmente, de modo a interligar todos os blocos, formando um anel.

Deverá ser utilizado o esquema de aterramento TN- S, conforme ABNT NBR-5410:2004.

2.5. Equalização de Potencial

A equalização de potencial será realizada em uma barra de equalização principal (BEP), localizada próxima ao QGBT, barras de equalização locais (BEL's), localizadas nos shafts dos pavimentos, onde serão conectados os aterramentos dos sistemas elétricos, Cabeamento estruturado, Segurança, SPDA do edifício e tubulações metálicas através de cabo de cobre com seção mínima de 6mm², conforme Tabela 9 - Dimensões mínimas dos condutores que ligam as instalações metálicas internas aos barramentos de equipotencialização (BEP ou BEL) – NBR 5419-3:2015.

A barra de equalização principal (BEP) será interligada as barras de equalização locais (BEL's) através de cabo de cobre 16mm², conforme tabela 8 – Dimensões mínimas dos condutores que interligam diferentes barramentos de equipotencialização (BEP ou BEL) ou que ligam essas barras ao sistema de aterramento – NBR 5419-3:2015.

Todas as esquadrias deverão ser aterradas através de cabo de cobre isolado 6mm² utilizando terminas de compressão de cobre eletrolítico estanhado.

Todos os rack's deverão ser aterrados através de cabo de cobre isolado 6mm² utilizando terminais de compressão de cobre eletrolítico estanhado.

Em casos onde há a necessidade de fazer conexões entre metais diferentes – cobre e alumínio – deve-se ter alguns cuidados a fim de evitar a corrosão galvânica no local. São eles:

- A parte de cobre a ser conectada ao alumínio deve ser estanhada;
- Entre os metais, deve ser usado um inibidor metálico (bronze estanhado), cuja função é impedir a formação da película de óxido que é formada no alumínio;
- Deve ser evitada a penetração de umidade no contato entre o cobre e o alumínio, pois a conexão comporta-se como uma pilha;
- A conexão entre metais deve ser de tal forma que a massa do alumínio seja maior que a massa do cobre.

Tabela 8 – Dimensões mínimas dos condutores que interligam diferentes barramentos de equipotencialização (BEP ou BEL) ou que ligam essas barras ao sistema de aterramento

Nível do SPDA	Modo de instalação	Material	Área da seção reta mm ²
I a IV	Não enterrado	Cobre	16
		Alumínio	25
		Aço galvanizado a fogo	50
	Enterrado	Cobre	50
		Alumínio	Não aplicável
		Aço galvanizado a fogo	80

Tabela 9 – Dimensões mínimas dos condutores que ligam as instalações metálicas internas aos barramentos de equipotencialização (BEP ou BEL)

Nível do SPDA	Material	Área da seção reta mm ²
I a IV	Cobre	6
	Alumínio	10
	Aço galvanizado a fogo	16

3. TESTE DE CONTINUIDADE ELÉTRICA DO SUBSISTEMA DE DESCIDAS

Deverão ser realizados testes de continuidade elétrica do subsistema de descidas (continuidade das ferragens estruturais) para averiguação da integridade elétrica do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).

As medições deverão ser executadas através de aparelho específico, de acordo com o Anexo F da NBR-5416/2015 da ABNT. O certificado de aferição do aparelho deve estar atualizado e acompanhar o restante da documentação a ser anexada ao Relatório Técnico. Não é admissível a utilização de multímetro convencional na função de Ohmímetro, pois a corrente que este instrumento injeta no circuito é insuficiente para obter resultados estáveis e confiáveis.

As medições deverão ser realizadas entre o topo e base de alguns pilares, entre pilares cruzados (base de um e topo de outro), entre pilares adjacentes (base de pilar contornando o perímetro) e entre a parte mais alta do subsistema de captação e o de aterramento, preferencialmente na BEP.

Para a execução destas medições, caso necessário, as ferragens dos pilares estruturais deverão estar expostas em pontos desejáveis, sendo de responsabilidade da **Contratada** a quebra e recomposição dos pilares nos pontos de medição. As ferragens deverão estar livres de impurezas nos pontos de medição, a fim de se obter um melhor contato elétrico entre as ferragens e os bornes do aparelho de medição.

É de responsabilidade da **Contratada** a infraestrutura necessária para o acesso seguro dos técnicos aos pontos de medição, conforme Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho. A **Contratada** deverá prover meios seguros para o acesso dos técnicos a cobertura da edificação, conforme NR-35 de 2012 (Norma Trabalho em Altura).

A **Contratada** deverá entregar à Fiscalização do **MPMG** o Relatório Técnico com os valores coletados e as conclusões sobre a continuidade elétrica do subsistema de descidas e as soluções a serem adotadas, caso sejam necessárias.

O Relatório Técnico deverá ser fornecido em duas vias, sendo uma via impressa e uma via digital em mídia eletrônica (CD/DVD), devidamente assinadas pelo Engenheiro Eletricista responsável técnico pela execução dos testes.

4. NOTAS GERAIS

Os itens a seguir, mesmo que não explicitados nas planilhas, são inerentes à execução das instalações e fazem parte do escopo da **Contratada**, logo seus custos devem ser considerados pela mesma em suas composições de custos:

- A escavação, reaterro e recomposição do piso para a instalação dos eletrodutos e caixas de passagem enterrados;
- Envelopamento com concreto de eletrodutos enterrados;
- O corte e recomposição de parede para a instalação dos eletrodutos e caixas de passagem embutidos;
- A quebra e recomposição dos pilares nos pontos de medição para realização dos testes de continuidade elétrica do subsistema de descidas, caso necessário;
- Os materiais de consumo e as miscelâneas, tais como: fita isolante, arame, terminal para cabo, anilha/etiqueta de identificação, parafuso, bucha, arruela, braçadeira, box reto/curvo, "unidut";
- Os elementos de conexão e fixação de eletrodutos, perfilados, eletrocalhas e eletroleitos, tais como luva, suporte, emenda, curva, terminal, braçadeira, chumbador, tirante/barra rosqueada;
- Escadas, cavaletes e andaimes necessários para execução das instalações que requeiram esses recursos;
- Transporte vertical e horizontal de materiais e equipamentos na obra;
- Pontos de solda em cabos de cobre, barras de aço, etc.;

Para acompanhamento e registro da execução das instalações, a **Contratada** deverá emitir relatórios periódicos, específicos para as instalações de Aterramento e SPDA, conforme abaixo:

- Relatório elaborado pelo engenheiro eletricista da **Contratada**, responsável pela execução das instalações;
- Relatório enviado em formato “PDF” através do e-mail do profissional acima ou entregue impresso e assinado pelo mesmo;
- Periodicidade máxima: quinzenal;
- Modelo a ser fornecido pela Fiscalização do **MPMG** no início da obra;
- O relatório deverá conter fotos que ilustrem os serviços relatados.

5. OBSERVAÇÕES FINAIS

Todos os materiais a serem adquiridos deverão ser apresentados à Fiscalização do **MPMG** para aprovação.

O **MPMG** poderá exigir o certificado de conformidade do INMETRO, UL e CSA dos materiais a serem instalados.

Caso houver alterações nos projetos, a critério da Fiscalização do **MPMG**, será exigido o “as-built” (como construído). As correções deverão ser providenciadas pela **Contratada** em mídia eletrônica (CD/DVD), em AutoCad, atualizando os originais, que serão entregues pelo **MPMG**.

Os termos de garantia dos materiais deverão ser entregues à Fiscalização do **MPMG** juntamente com a nota fiscal (ou cópia) de compra antes última medição.

Belo Horizonte, 31 de julho de 2020.

Eng. Raphael Sernizon França
CREA-MG 187.701/D
Eficácia Projetos e Consultoria

Eng. Fábio José Maciel de Oliveira
CREA-MG 117.192/D
Eficácia Projetos e Consultoria