

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 2/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0920-MC- Nº CONTRATADA: -	REV.: 01 REV.: 00

ÍNDICE

1.0	OBJETIVO	3
2.0	INTRODUÇÃO	3
3.0	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	3
4.0	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
5.0	DOCUMENTOS DO PROJETO DE INSTALAÇÃO DE SPDA	3
6.0	METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DO SPDA	4
7.0	CARACTERÍSTICAS E PREMISSAS GERAIS DA INSTALAÇÃO	4
7.1	CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS	4
7.2	PREMISSAS DE PROJETO	5
8.0	CRITÉRIOS ESPECÍFICOS DE PROJETO	5
9.0	GERENCIAMENTO DE RISCO	6
9.1	ESTRUTURA: PLANTA PILOTO	6
10.0	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS – SPDA	9
10.1	DESCRIÇÃO GERAL	9
10.2	SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO	10
10.3	SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO	10
10.4	MEDIDA DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS – MPS	11
10.5	EQUIPOTENCIALIZAÇÃO	11
11.0	INSPEÇÃO SPDA	11
11.1	OBJETIVO:	11
11.2	ORDEM DAS INSPEÇÕES:	11
11.2.1	PERIODICIDADE DAS INSPEÇÕES:	12
11.2.2	ITENS PRINCIPAIS DE VERIFICAÇÃO:	12
12.0	DOCUMENTAÇÃO	12
13.0	RECOMENDAÇÕES	13
14.0	CONCLUSÕES	14

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 3/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0920-MC-	REV.: 01
		Nº CONTRATADA: -	REV.: 00

1.0 OBJETIVO

O presente documento tem por objetivo apresentar a memória de cálculo e os critérios técnicos adotados para avaliação da necessidade de implantação do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas — SPDA, bem como das Medidas de Proteção contra Surtos — MPS, aplicáveis à edificação da Planta Piloto do Centro de Pesquisa em Processamento Mineral e Hidrometalurgia ST George/CEFET-MG, localizada na cidade de Araxá/MG.

A avaliação foi desenvolvida com base nos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5419:2015, contemplando o gerenciamento de risco, a definição do nível de proteção aplicável e as diretrizes gerais para implantação dos subsistemas de captação, descida, aterramento e equipotencialização.

2.0 INTRODUÇÃO

As descargas atmosféricas ocorrem em diversas regiões do mundo e podem causar prejuízos significativos, incluindo danos físicos às estruturas, incêndios, interrupção de processos, falhas em sistemas elétricos e eletrônicos e, principalmente, riscos à vida humana.

Para evitar ou minimizar os efeitos decorrentes das descargas atmosféricas, torna-se necessária a avaliação dos riscos associados à estrutura e a definição das medidas de proteção aplicáveis, conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5419:2015.

Conforme a NR-10, este relatório, bem como os demais documentos técnicos relacionados ao SPDA, deverá ser mantido arquivado e atualizado junto ao prontuário das instalações elétricas.

3.0 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NBR 5419 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas
 - Parte 1: Princípios Gerais;
 - Parte 2: Gerenciamento de risco;
 - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
 - Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;

4.0 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- CDP-EM-0410-DE-REV04 – PLANTA PILOTO - BASES, VIGAS DE ROLAMENTO & COBERTURA

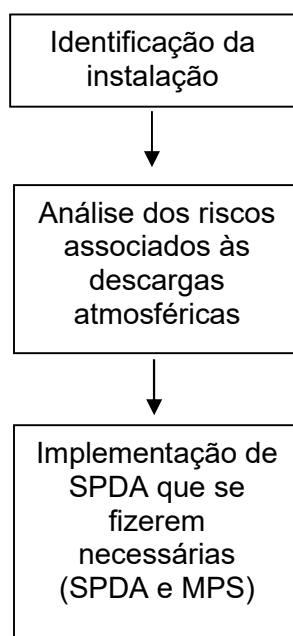
5.0 DOCUMENTOS DO PROJETO DE INSTALAÇÃO DE SPDA

- CDP-EL-0919-DE – PLANTA DE ATERRAMENTO;
- CDP-EL-0921-DE – PLANTA DE SPDA;
- CDP-EL-0922-DE – DETALHES DO SISTEMA DE SPDA;
- CDP-EL-0923-LT – LISTA DE MATERIAIS SPDA.

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 4/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0920-MC- Nº CONTRATADA: -	REV.: 01 REV.: 00

6.0 METODOLOGIA PARA DEFINIÇÃO DO SPDA

Para definição da instalação do SPDA é seguida a metodologia definida na norma ABNT NBR 5419:2015 conforme principais itens mostrados abaixo:



São utilizadas as seguintes partes da norma ABNT NBR 5419:2015 em cada uma das etapas:

- Parte 2: Identificação e análise de risco da instalação;
- Parte 3: Medidas de proteção relacionadas com SPDA;
- Parte 4: Medidas de proteção relacionadas com MPS;

7.0 CARACTERÍSTICAS E PREMISSAS GERAIS DA INSTALAÇÃO

7.1 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS

São apresentadas abaixo as características ambientais principais da instalação:

- Temperatura máxima: 36°C;
- Temperatura mínima: 0,5°C;
- Umidade relativa máxima: 90%;
- Umidade relativa mínima: 20%;
- Altitude: 973 metros.

				CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 5/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG			FASE: DETALHADO	
ÁREA:	CENTRO DE PESQUISA			Nº CONTRATANTE:	REV.:
DISCIPLINA:	ELÉTRICA			CDP-EL-0920-MC-	01
CLASSE:	MEMÓRIA			Nº CONTRATADA:	REV.:
TÍTULO 1:	PLANTA PILOTO				
TÍTULO 2:	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA				
				-	00

7.2 PREMISSAS DE PROJETO

O projeto será elaborado em conformidade com a NBR 5419:2015.

Será considerada a parte 1 (Princípios gerais), a parte 2 (Gerenciamento de risco), a parte 3 (Requisitos físicos) e a parte 4 (Medidas de proteção elétrica e eletrônica).

Quando aplicável, as medidas de proteção contra descargas atmosféricas deverão ser compatibilizadas com os demais sistemas de segurança existentes ou previstos para a edificação, tais como sistema de combate a incêndio, sistema de detecção e alarme de incêndio e rotas de fuga, de forma a atender às premissas consideradas no gerenciamento de risco.

A Planta Piloto será uma edificação de uso coletivo e operacional, abrigando pessoas, equipamentos e sistemas eletroeletrônicos. Por isso, é considerada uma estrutura a ser protegida contra descargas atmosféricas, com base nos critérios de risco definidos pela norma ABNT NBR 5419:2015.

Serão avaliados os seguintes parâmetros da edificação:

- Área construída: 854,8m²;
- Altura da edificação: 14m;
- Materiais de construção: Estrutura metálica;
- Sistema de proteção contra incêndio: A presença de extintores, SDAI e rotas de fuga será considerada como parte integrante do sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

8.0 CRITÉRIOS ESPECÍFICOS DE PROJETO

Foram adotados como critérios de projeto os materiais e premissas relacionados na tabela a seguir, em conformidade com as definições aplicáveis da ABNT NBR 5419:2015.

1	Sistema de aterramento	
1.1	Tipo do condutor	Condutor em anel e hastes de aterramento
1.2	Material	Cabos de cobre / Hastes de aço cobreada
1.3	Seção condutor principal	Mínimo #70mm²
1.4	Seção condutor de derivação	Mínimo #50mm² (cabo)
1.5	Seção da haste de aterramento	Ø 3/4" (haste)
1.6	Instalação	Enterrado
1.7	Profundidade	0,7m (mínimo)
1.8	Distância da edificação	1m
2	Sistema de captação	
2.1	Tipo do condutor / captor	Cabo de cobre nu mínimo #35mm²
2.2	Nível de proteção	SPDA CLASSE IV
3	Sistema de descida	
3.1	Tipo do condutor	Cabo de cobre nu
3.2	Seção condutor principal	35mm² (cabo de cobre até o mastro).

				CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 6/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG			FASE: DETALHADO	
ÁREA:	CENTRO DE PESQUISA			Nº CONTRATANTE:	REV.:
DISCIPLINA:	ELÉTRICA			CDP-EL-0920-MC-	01
CLASSE:	MEMÓRIA			Nº CONTRATADA:	REV.:
TÍTULO 1:	PLANTA PILOTO				
TÍTULO 2:	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA				
				-	00

3.3	Mínimo de descidas	Conforme item 10 deste relatório
-----	--------------------	----------------------------------

9.0 GERENCIAMENTO DE RISCO

Com base nas premissas apresentadas nos itens anteriores, foi realizada a análise de gerenciamento de risco da estrutura, conforme metodologia estabelecida na ABNT NBR 5419-2:2015.

A avaliação foi desenvolvida considerando duas condições: a primeira sem a implantação do SPDA, com o objetivo de verificar a condição inicial da estrutura, e a segunda considerando a implantação do SPDA Classe IV, a fim de comprovar a redução do risco aos valores toleráveis definidos pela norma.

Foram avaliados os riscos associados à perda de vida humana, perda de serviço ao público e perda econômica, conforme aplicável às características da edificação.

9.1 ESTRUTURA: PLANTA PILOTO

• ANÁLISE DE RISCO SEM SPDA

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA E MEIO AMBIENTE				
PARAMETROS DE ENTRADA	COMENTÁRIO	SÍMBOLO	VALOR	REFERÊNCIA
DENSIDADE DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS PARA A TERRA (1/km²/ano)	-	N _G	14	ANEXO F da ABNT NBR-5419 Parte 2
DIMENSÕES DA ESTRUTURA/ EDIFICAÇÃO (m)	-	L(m)	40	COMPRIMENTO(L)
		W(m)	21,3	LARGURA(W)
		H(m)	10	ALTURA(H)
ALTURA PROEMINÊNCIA (m)	-	H _p (m)	0	NÃO SE APLICA
FATOR DE LOCALIZAÇÃO DA ESTRUTURA	ESTRUTURA CERCADA POR OBJETOS DA MESMA ALTURA OU MAIS BAIXOS	C _D	0,5	TABELA A.1
SPDA	AUSÊNCIA DE SPDA	P _B	1	TABELA B.2
LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL	SEM DPS	P _{EB}	1	TABELA B.7
BLINDAGEM ESPACIAL EXTERNA	METÁLICA	K _{S1}	0,01	EQUAÇÃO (B.5)

LINHA DE ENERGIA / LINHA DE SINAL				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	LINHA DE ENERGIA	LINHA DE SINAL	REFERÊNCIA
		RESULTADO	RESULTADO	
COMPRIMENTO (m) ^a	L _L	70	0	METROS
FATOR DE INSTALAÇÃO	C _I	0,5	0	TABELA A.2
FATOR TIPO DA LINHA	C _T	1	0	TABELA A.3
FATOR AMBIENTAL	C _E	0,1	0	TABELA A.4
BLINDAGEM DA LINHA	R _S	0	-	TABELA B.8
BLINDAGEM, ATERRAMENTO, ISOLAÇÃO	C _{LD}	1	1	TABELA B.4
	C _{LI}	1	1	
ESTRUTURA ADJACENTE	L _J W _J H _J	-	0	
TENSÃO SUPORTÁVEL DO SISTEMA (kV)	U _w	2,5	1,5	
	K _{S4}	0,4	0,67	EQUAÇÃO (B.7)
	P _{LD}	1	1	TABELA B.8
	P _{LI}	0,3	0,5	TABELA B.9

				CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 7/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG			FASE: DETALHADO	
ÁREA:	CENTRO DE PESQUISA			Nº CONTRATANTE:	REV.:
DISCIPLINA:	ELÉTRICA			CDP-EL-0920-MC-	01
CLASSE:	MEMÓRIA			Nº CONTRATADA:	REV.:
TÍTULO 1:	PLANTA PILOTO				
TÍTULO 2:	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA				
				-	00

FATORES VÁLIDOS PARA AS ZONAS DE OCUPAÇÃO QUE FAZEM PARTE DA EDIFICAÇÃO AVALIADA							
PARAMETROS DE ENTRADA		SÍMBOLO	RESULTADO				
			Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅
NÚMERO DE PESSOAS POR ZONA DE OCUPAÇÃO		n_z	10	0	0	0	0
TEMPO DE PRESENÇA (HORAS POR ANO)		T_z	8640	0	0	0	0
TIPO DE PISO		r_i	0,00001	0	0	0	0
PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE (DESCARGA NA ESTRUTURA)		P_{TA}	1	1	1	1	1
PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE (DESCARGA NA LINHA)		P_{TU}	1	1	1	1	1
RISCO DE INCÊNDIO		r_i	0,01	0,00	0,00	0	0
PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO		r_p	1	1	1	1	1
BLINDAGEM ESPACIAL INTERNA		K_{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ENERGIA	FAIXA INTERNA	K_{S3}	0,2	0	0	0	0
	DPS COORDENADO	P_{SPD}	1	1	1	1	1
TELECOMUNICAÇÃO	FAIXA INTERNA	K_{S3}	0,2	0	0	0	0
	DPS COORDENADO	P_{SPD}	1	1	1	1	1
L1: PERDA DE VIDA HUMANA	PERIGO ESPECIAL	h_z	1	1	1	1	1
	D1: DEVIDO A TENSÃO DE TOQUE E PASSO	L_T	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	D2: DEVIDO A DANOS FÍSICOS	L_F	0,02	0	0	0	0
	D3: DEVIDO A FALHAS DE SISTEMAS INTERNOS	L_O	0	0	0	0	0
L2: PERDA DE SERVIÇO AO PÚBLICO	D2: DEVIDO A DANOS FÍSICOS	L_F	0	0	0	0	0
	D3: DEVIDO A FALHAS DE SISTEMAS INTERNOS	L_O	0	0	0	0	0
L4: PERDA ECONÔMICA	D2: DEVIDO A DANOS FÍSICOS	L_F	0,5	0	0	0	0
	D3: DEVIDO A FALHAS DE SISTEMAS INTERNOS	L_O	0,01	0	0	0	0

RESULTADO DA AVALIAÇÃO DE RISCO	
PERDA DE VIDA HUMANA (R_1)	R1>RT: RISCO INTOLERÁVEL
PERDA INACEITÁVEL DE SERVIÇO AO PÚBLICO (R_2)	R2<RT:RISCO TOLERÁVEL
PERDA ECONÔMICA (R_4)	R4<RT:RISCO TOLERÁVEL

Conforme resultado da avaliação de risco sem a implantação do SPDA, verificou-se que o risco associado à perda de vida humana — R1 — apresentou valor superior ao risco tolerável definido pela ABNT NBR 5419-2:2015. Dessa forma, a condição inicial da edificação é considerada não tolerável quanto à proteção de pessoas contra os efeitos das descargas atmosféricas, sendo necessária a adoção de medidas de proteção.

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 8/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0920-MC- Nº CONTRATADA: -	REV.: 01 REV.: 00

• ANÁLISE DE RISCO COM SPDA

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA E MEIO AMBIENTE				
PARAMETROS DE ENTRADA	COMENTÁRIO	SÍMBOLO	VALOR	REFERÊNCIA
DENSIDADE DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS PARA A TERRA (1/km²/ano)	-	N _G	14	ANEXO F da ABNT NBR-5419 Parte 2
DIMENSÕES DA ESTRUTURA/ EDIFICAÇÃO (m)	-	L(m)	40	COMPRIMENTO(L)
		W(m)	21,3	LARGURA(W)
		H(m)	10	ALTURA(H)
ALTURA PROEMINÊNCIA (m)	-	H _p (m)	0	NÃO SE APLICA
FATOR DE LOCALIZAÇÃO DA ESTRUTURA	ESTRUTURA CERCADA POR OBJETOS DA MESMA ALTURA OU MAIS BAIXOS	C _D	0,5	TABELA A.1
SPDA	SPDA CLASSE IV	P _B	0,2	TABELA B.2
LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL	SEM DPS	P _{EB}	1	TABELA B.7
BLINDAGEM ESPACIAL EXTERNA	METÁLICA	K _{S1}	0,01	EQUAÇÃO (B.5)

LINHA DE ENERGIA / LINHA DE SINAL				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	LINHA DE ENERGIA	LINHA DE SINAL	REFERÊNCIA
		RESULTADO	RESULTADO	
COMPRIMENTO (m) ^a	L _L	70	0	METROS
FATOR DE INSTALAÇÃO	C _I	0,5	0	TABELA A.2
FATOR TIPO DA LINHA	C _T	1	0	TABELA A.3
FATOR AMBIENTAL	C _E	0,1	0	TABELA A.4
BLINDAGEM DA LINHA	R _S	0	-	TABELA B.8
BLINDAGEM, ATERRAMENTO, ISOLAÇÃO	C _{LD}	1	1	TABELA B.4
	C _{LI}	1	1	
ESTRUTURA ADJACENTE	L _J W _J H _J	-	0	
TENSÃO SUPORTAVEL DO SISTEMA (kV)	U _w	2,5	1,5	
	K _{S4}	0,4	0,67	EQUAÇÃO (B.7)
	P _{LD}	1	1	TABELA B.8
	P _{LI}	0,3	0,5	TABELA B.9

STGEORGE MINING LIMITED		138K ENGENHARIA Engenharia e consultoria	CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 9/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG		FASE: DETALHADO	
ÁREA:	CENTRO DE PESQUISA		Nº CONTRATANTE:	REV.:
DISCIPLINA:	ELÉTRICA		CDP-EL-0920-MC-	01
CLASSE:	MEMÓRIA		Nº CONTRATADA:	REV.:
TÍTULO 1:	PLANTA PILOTO			
TÍTULO 2:	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA			
			-	00

FATORES VÁLIDOS PARA AS ZONAS DE OCUPAÇÃO QUE FAZEM PARTE DA EDIFICAÇÃO AVALIADA							
PARAMETROS DE ENTRADA		SÍMBOLO	RESULTADO				
			Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅
NÚMERO DE PESSOAS POR ZONA DE OCUPAÇÃO		n _z	10	0	0	0	0
TEMPO DE PRESENÇA (HORAS POR ANO)		T _z	8640	0	0	0	0
TIPO DE PISO		r _i	0,00001	0	0	0	0
PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE (DESCARGA NA ESTRUTURA)		P _{TA}	1	1	1	1	1
PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE (DESCARGA NA LINHA)		P _{TU}	1	1	1	1	1
RISCO DE INCÊNDIO		r _i	0,01	0,00	0,00	0	0
PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO		r _p	1	1	1	1	1
BLINDAGEM ESPACIAL INTERNA		K _{S2}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ENERGIA	FAIXA INTERNA	K _{S3}	0,2	0	0	0	0
	DPS COORDENADO	P _{SPD}	1	1	1	1	1
TELECOMUNICAÇÃO	FAIXA INTERNA	K _{S3}	0,2	0	0	0	0
	DPS COORDENADO	P _{SPD}	1	1	1	1	1
L1: PERDA DE VIDA HUMANA	PERIGO ESPECIAL	h _z	1	1	1	1	1
	D1: DEVIDO A TENSÃO DE TOQUE E PASSO	L _T	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	D2: DEVIDO A DANOS FÍSICOS	L _F	0,02	0	0	0	0
	D3: DEVIDO A FALHAS DE SISTEMAS INTERNOS	L _O	0	0	0	0	0
L2: PERDA DE SERVIÇO AO PÚBLICO	D2: DEVIDO A DANOS FÍSICOS	L _F	0	0	0	0	0
	D3: DEVIDO A FALHAS DE SISTEMAS INTERNOS	L _O	0	0	0	0	0
L4: PERDA ECONÔMICA	D2: DEVIDO A DANOS FÍSICOS	L _F	0,5	0	0	0	0
	D3: DEVIDO A FALHAS DE SISTEMAS INTERNOS	L _O	0,01	0	0	0	0

RESULTADO DA AVALIAÇÃO DE RISCO	
PERDA DE VIDA HUMANA (R ₁)	R1<RT:RISCO TOLERÁVEL)
PERDA INACEITÁVEL DE SERVIÇO AO PÚBLICO (R ₂)	R2<RT:RISCO TOLERÁVEL)
PERDA ECONÔMICA (R ₄)	R4<RT:RISCO TOLERÁVEL)

Após a consideração da implantação do SPDA Classe IV, verificou-se a redução do risco R1 para valor inferior ao risco tolerável estabelecido pela norma. Os riscos associados à perda de serviço ao público e à perda econômica também permaneceram em condição tolerável. Portanto, a adoção do SPDA Classe IV é tecnicamente adequada para a edificação avaliada.

10.0 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS – SPDA

10.1 DESCRIÇÃO GERAL

O SPDA é composto de um sistema externo e interno, que consiste em um conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente do raio. O sistema externo consiste em subsistema de captação, subsistema de descida e subsistema de aterramento. O SPDA interno contempla as medidas destinadas à redução dos efeitos elétricos e magnéticos da corrente da descarga atmosférica no interior da estrutura, incluindo equipotencialização, interligações ao sistema de aterramento, controle de distâncias de segurança e, quando aplicável, utilização de dispositivos de proteção contra surtos — DPS.

- Subsistema de captação é formado por elementos metálicos naturais (própria estrutura), hastes, condutores em malha, projetados e posicionados para interceptar as descargas atmosféricas.

				CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 10/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG			FASE: DETALHADO	
ÁREA:	CENTRO DE PESQUISA			Nº CONTRATANTE:	REV.:
DISCIPLINA:	ELÉTRICA			CDP-EL-0920-MC-	01
CLASSE:	MEMÓRIA				
TÍTULO 1:	PLANTA PILOTO			Nº CONTRATADA:	REV.:
TÍTULO 2:	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA			-	00

- Subsistema de descida é destinado a conduzir a corrente de descarga atmosférica do subsistema captor até o subsistema de aterramento.
- Subsistema de aterramento é destinado a conduzir e a dispersar a corrente de descarga atmosférica no solo.

10.2 SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

O subsistema de captação pode ser feito utilizando os seguintes elementos:

- Hastes (incluindo mastros);
- Condutores suspensos;
- Condutores em malha;
- Elementos metálicos naturais.

Para definição do posicionamento do sistema de captação, podem ser utilizados os seguintes métodos:

- Método de ângulo de proteção;
- Método da esfera rolante;
- Método de malhas.

A tabela abaixo indica os elementos e os métodos de cálculo utilizados para cada estrutura.

Item	Descrição	Elemento	Método de cálculo	OBS
1	Planta piloto	a) Condutores em malha	Método das malhas	Interligar a malha da CEMIG

OBS:

- 1) A fixação dos condutores de captação não-naturais serão feitas a cada 1m para instalações na horizontal e 1,5m na vertical;
- 2) Conforme norma ABNT NBR 5419, estruturas acima de 60m de altura devem possuir sistema de capação nas laterais. Como a estrutura estudada tem altura abaixo de 60m, não será necessário instalação de sistemas de captação laterais.

10.3 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

O subsistema de aterramento pode utilizar elementos naturais metálicos (ferragem ou estrutura metálica) ou por elementos não naturais (cabos, hastes, malhas e chapas).

Quando utilizado elementos não naturais, este sistema deve ser composto por condutores em anel, instalado externamente a 1m da estrutura a uma profundidade mínima de 0,7m.

			CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 11/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG		FASE: DETALHADO	
ÁREA:	CENTRO DE PESQUISA		Nº CONTRATANTE:	REV.:
DISCIPLINA:	ELÉTRICA		CDP-EL-0920-MC-	01
CLASSE:	MEMÓRIA		Nº CONTRATADA:	REV.:
TÍTULO 1:	PLANTA PILOTO		-	00
TÍTULO 2:	MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA			

Deverá ser utilizado um BEP (barramento de equipotencialização) para aterramentos locais.

Abaixo são apresentados os elementos utilizados e a seção do eletrodo de aterramento.

Item	Descrição	Elemento
1	Planta piloto	Cabo de cobre 70mm ²

10.4 MEDIDA DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS – MPS

As Medidas de Proteção contra Surtos — MPS — deverão ser avaliadas e aplicadas aos sistemas elétricos, eletrônicos, de sinal e comunicação que adentrem a edificação, conforme critérios da ABNT NBR 5419-4:2015 e ABNT NBR 5410. Quando aplicável, deverão ser previstos dispositivos de proteção contra surtos — DPS — coordenados, instalados nos quadros elétricos e pontos de entrada das linhas, com características compatíveis com o nível de exposição da instalação, esquema de aterramento, tensão nominal do sistema e suportabilidade dos equipamentos protegidos.

10.5 EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

Todas as massas metálicas, estruturas metálicas, tubulações metálicas, elementos condutivos acessíveis, blindagens de cabos, quadros elétricos e demais componentes metálicos relevantes deverão ser interligados ao sistema de equipotencialização da edificação, conforme critérios da ABNT NBR 5419:2015 e ABNT NBR 5410. O BEP deverá ser interligado ao subsistema de aterramento do SPDA, garantindo a redução de diferenças de potencial perigosas durante a ocorrência de descargas atmosféricas.

11.0 INSPEÇÃO SPDA

11.1 OBJETIVO:

- O SPDA esteja de acordo com o projeto baseado na norma ABNT NBR 5419:2015;
- Todos os componentes do SPDA estão em boas condições e são capazes de cumprir suas funções; que não apresentem corrosão e atendam às respectivas normas; as conexões e fixações estejam firmes, livres de corrosão e atendam a norma ABNT NBR 5419:2015;
- Qualquer nova construção ou reforma que altere as condições iniciais previstas em projeto além das novas tubulações metálicas, linhas de energia e sinal de que adentrem a estrutura e que estejam incorporados ao SPDA externo e interno se enquadrem na norma ABNT NBR 5419:2015.

11.2 ORDEM DAS INSPEÇÕES:

- Durante a construção da estrutura;

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 12/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0920-MC-	REV.: 01
Nº CONTRATADA: -	REV.: 00		

- Após a instalação do SPDA, no momento da emissão do documento “as-built”;
- Após alterações ou reparos na estrutura;
- Após qualquer suspeita de que a estrutura foi atingida por uma descarga atmosférica;
- Inspeção visual semestral apontando eventuais pontos deteriorados no sistema;
- Periodicamente, conforme item 7.3.1 da norma, por profissional habilitado e capacitado, com emissão de documentação pertinente, em intervalos determinados.

11.2.1 PERIODICIDADE DAS INSPEÇÕES:

- 1 ano – Estruturas contendo munição ou explosivos, ou em locais expostos à corrosão atmosférica severa (regiões litorâneas, ambientes industriais com atmosferas agressivas etc.), ou ainda estruturas pertencentes a fornecedores de serviços considerados essenciais (energia, água, sinais etc.);
- 3 anos – Demais estruturas.

11.2.2 ITENS PRINCIPAIS DE VERIFICAÇÃO:

- Deterioração e corrosão dos captores, condutores de descida e conexões;
- Condições das equipotencializações;
- Corrosão dos eletrodos de aterramento;
- Verificação da integridade física dos condutores do eletrodo para subsistemas de aterramento não naturais.

OBS:

- 1) Pode-se utilizar parte do procedimento do ensaio de medição de continuidade elétrica das armaduras para comprovar a continuidade elétrica dos condutores do subsistema de aterramento.
- 2) Utilizar equipamentos adequados definidos na norma ABNT NBR 5419:2015.
- 3) Toda a documentação gerada nas inspeções deverá ser devidamente arquivada juntamente com os demais documentos que compõem a instalação do SPDA.

12.0 DOCUMENTAÇÃO

A seguinte documentação técnica deve ser mantida no local, ou em poder dos responsáveis pela manutenção do SPDA:

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 13/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0920-MC-	REV.: 01
		Nº CONTRATADA: -	REV.: 00

- Verificação da necessidade do SPDA (externo e interno), além da seleção do respectivo nível de proteção para a estrutura, por meio de um relatório de análise de risco;
- Desenhos em escala mostrando as dimensões, os materiais e as posições de todos os componentes do SPDA externo e interno;
- Quando aplicável, os dados sobre a natureza e a resistividade do solo; constando detalhes relativos à estratificação do solo, ou seja, o número de camadas, a espessura e o valor da resistividade de cada uma;
- Registro de ensaios realizados no eletrodo de aterramento e outras medidas tomadas em relação a prevenção contra tensões de toque e passo. Verificação da integridade física do eletrodo (continuidade elétrica dos condutores) e se o emprego de medidas adicionais no local foi necessário para mitigar tais fenômenos (acréscimo de materiais isolantes, afastamento do local, etc.) descrevendo-o.

13.0 RECOMENDAÇÕES

- Na instalação deverão existir extintores de incêndio de acordo com a NBR 12693/93 e NR-23.
- Recomendamos que toda a instalação elétrica seja instalada conforme norma ABNT NBR-5410;
- Realizar as inspeções conforme item 11 deste relatório;
- Todos os documentos de projetos, manuais e inspeções, devem ser arquivadas juntamente com o prontuário da instalação elétrica.
- Conforme NBR-5419, recomendamos que no momento da instalação da fiação interna a estrutura, sejam tomadas medidas para se reduzir a área do loop de indução ou utilizar cabos blindados ou dutos metálicos para minimizar os efeitos da indução interna, conforme desenho abaixo:

Legenda
1 equipamento
2 cabo de sinal
3 cabo de energia
4 laço de indução

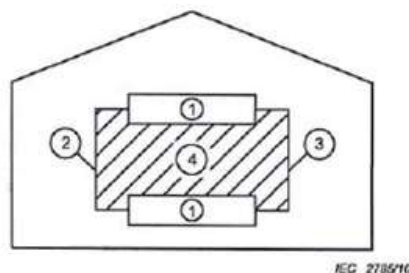


Figura 1- SISTEMA DESPROTEGIDO

		CLASSIFICAÇÃO: CONFIDENCIAL	PÁGINA: 14/14
Nº PROJETO: -	PROJETO: CENTRO DE PESQUISA EM PROCESSAMENTO MINERAL E HIDROMETALURGIA ST GEORGE/ CEFET MG	FASE: DETALHADO	
ÁREA: DISCIPLINA: CLASSE: TÍTULO 1: TÍTULO 2:	CENTRO DE PESQUISA ELÉTRICA MEMÓRIA PLANTA PILOTO MEMÓRIA DE CÁLCULO DE SPDA	Nº CONTRATANTE: CDP-EL-0920-MC-	REV.: 01
Nº CONTRATADA: -	REV.: 00		

Legenda
1 equipamento
2 cabo de sinal
3 cabo de energia
6 blindagem da linha

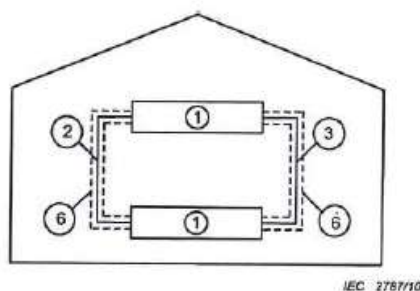


Figura 2 - REDUZINDO A INFLUÊNCIA DO CAMPO NAS LINHAS POR MEIO DE BLINDAGEM

Legenda
1 equipamento
2 cabo de sinal
3 cabo de energia
7 redução da área do laço de indução

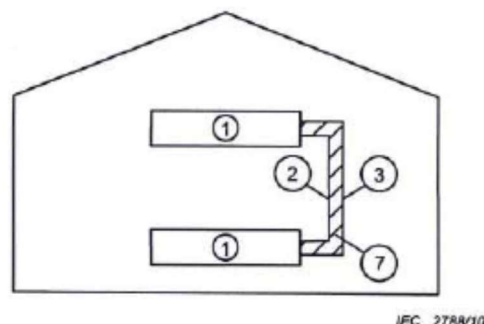


Figura 3 – REDUZINDO A ÁREA DO LAÇO DE INDUÇÃO POR UM ROTEAMENTO ADEQUADO

14.0 CONCLUSÕES

Com base nas características construtivas da edificação, nas premissas de projeto adotadas e na análise de gerenciamento de risco realizada conforme a ABNT NBR 5419:2015, conclui-se que a estrutura avaliada necessita da implantação de medidas de proteção contra descargas atmosféricas.

Na condição inicial, **sem a implantação do SPDA**, o risco associado à perda de vida humana — R1 — apresentou valor superior ao risco tolerável estabelecido pela norma, caracterizando condição **não tolerável** para a edificação. Após a consideração da implantação do **SPDA Classe IV**, verificou-se a redução do risco R1 para **condição tolerável**, bem como a manutenção dos demais riscos avaliados em níveis aceitáveis.

Dessa forma, a adoção do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas — SPDA Classe IV — é tecnicamente necessária e normativamente justificada para a edificação em análise. O sistema deverá ser executado em conformidade com os documentos de projeto, contemplando os subsistemas de captação, descida, aterramento, equipotencialização e, quando aplicável, as Medidas de Proteção contra Surtos — MPS.

Recomenda-se que a execução seja realizada por equipe qualificada, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado, e que sejam realizadas as inspeções iniciais, periódicas e eventuais, conforme estabelecido pela ABNT NBR 5419:2015. Toda a documentação técnica, incluindo projetos, relatórios de inspeção, ensaios, registros fotográficos e documentação ‘as built’, deverá ser mantida arquivada junto ao prontuário das instalações elétricas.