

**NOVO PRONTO
SOCORRO
AVANÇADO**

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE
CÁLCULO DO SISTEMA DE
PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS
ATMOSFÉRICAS (SPDA)**

2020



PADILHA & RIBEIRO

ENGENHARIA E PROJETOS ASSOCIADOS

Ref. 15/JUN/2020

Responsável Técnico

*** Eng. Eduardo Ribeiro**



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	5
1.1.	DO OBJETO	5
2	NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA.....	5
3	RESPONSABILIDADES	6
4	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
5	MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA.....	7
5.1	METODOLOGIA DE SPDA ADOTADA	7
5.2	SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO	8
5.2.1	- CAPTAÇÃO	8
5.2.2	- MALHAS E CONDUTORES	8
5.3	SUBSISTEMA DE DESCIDAS	8
5.3.1	- DESCIDAS	8
5.4	SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO	8
5.4.1	-ATERRAMENTO	8
5.4.2	- MALHA DE ATERRAMENTO	9
5.5	EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS	9
5.5.1	-EQUALIZAÇÃO	10
6.1	GENERALIDADES DOS MATERIAIS	10
6	MEMORIAL DE CÁLCULO.....	12
6.1	ESTUDO INICIAL	12
6.2	ESTUDO FINAL	16
7	ANEXOS DO MEMORIAL DE CÁLCULO	20
8	ASSINATURAS	39



TABELAS

Tabela 1.....	12
Tabela 2.....	13
Tabela 3.....	13
Tabela 4.....	18
Tabela 5.....	14
Tabela 7.....	14
Tabela 8.....	15
Tabela 9.....	16
Tabela 10.....	17
Tabela 11.....	17
Tabela 12.....	18
Tabela 14.....	18
Tabela 15.....	19
Tabela 16.....	19
Tabela 17.....	20
Tabela 18.....	21
Tabela 19.....	22
Tabela 20.....	23
Tabela 21.....	24
Tabela 22.....	25
Tabela 23.....	26
Tabela 24.....	27
Tabela 25.....	28
Tabela 26.....	28
Tabela 27.....	29
Tabela 28.....	30
Tabela 29.....	30
Tabela 30.....	31
Tabela 31.....	32
Tabela 32.....	33
Tabela 33.....	34



Tabela 34.....	35
Tabela 35.....	36
Tabela 36.....	36
Tabela 37.....	37
Tabela 38.....	37



1 APRESENTAÇÃO

O presente memorial tem como objetivo descrever o **Projeto de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)** do Novo Pronto Socorro Avançado, localizado em Santo Antônio de Posse/SP e tem por finalidade orientar a execução das instalações conforme o projeto, estabelecendo as condições técnicas mínimas a serem obedecidas.

O projeto de SPDA contempla a instalação de componentes exclusivos para a capacitação e dissipação de descargas elétricas de origem atmosféricas. O sistema visa garantir segurança para a instalação predial e pessoas nas proximidades e interior da edificação.

O perfeito funcionamento das instalações ficará sob responsabilidade da Empresa licitante, estando a critério da Fiscalização, impugnar quaisquer serviços e/ou materiais que não estiverem em conformidade com estas especificações e/ou projeto.

1.1. DO OBJETO

O presente tem como objeto a elaboração do Memorial Descritivo e de Cálculo da edificação o Novo Pronto Socorro Avançado, localizado na Cidade de Santo Antônio de Posse, Estado de São Paulo, Rua Alexandre Flemin, número 122-254.

Trata-se de uma edificação com área de aproximadamente **2.000,00 m²**.

2 NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

1) As normas técnicas de concernentes ao assunto em tela da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e Normas Regulamentadoras:

- NBR 5419/2015 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 6524 – Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas – Especificação;
- NBR - 13571 – Hastes de Aterramento em aço cobreado e acessórios;
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

2) As 35 Normas Regulamentadoras – NR – instituídas pela Portaria n 3214/78 relativas à Segurança Medicina e Higiene do Trabalho;



3) A Lei 6514/ 77 da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à segurança e Medicina do Trabalho;

3 RESPONSABILIDADES

A responsabilidade técnica do presente trabalho está limitada pelo escopo e nível de inspeção contratada. A Padilha & Ribeiro exime-se de qualquer responsabilidade técnica quanto a não observação das recomendações sugeridas e demais medidas necessárias para sanar as anomalias apontadas, bem como por quaisquer irregularidades decorrentes dos projetos, construtivas, de materiais e de deficiências de manutenção, bem como de suas consequências.

4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A descarga elétrica atmosférica (raio) é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível e aleatório, tanto em relação as suas características elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração, etc.), como em relação aos efeitos destrutivos decorrentes de sua incidência sobre as edificações.

Nada em termos práticos podem ser feitos para se “impedir a queda” de uma descarga em determinada região. Não existe “atração” a longas distâncias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas buscam não somente minimizar os efeitos destrutivos a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

A implantação e manutenção de sistemas de proteção (para-raios) são normalizadas internacionalmente pela IEC (International Eletrotecnical Comission) e em todos os países por entidades próprias como a ABNT (Brasil), NFPA (Estados Unidos) e BSI (Inglaterra).

Somente os projetos elaborados com base em disposições destas normas podem assegurar uma instalação dita eficiente e confiável. Entretanto, esta eficiência nunca atingirá os 100%, estando mesmo estas instalações, sujeitas a falhas de proteção. As mais comuns são a destruição de pequenos trechos do revestimento das fachadas de edifícios ou de quinas da edificação ou ainda de trechos de telhados.

Não é função do sistema de para-raios proteger equipamentos eletroeletrônicos (comando de elevadores, interfones, portões eletrônicos, centrais telefônicas, subestações, etc.), pois mesmo uma descarga captada e conduzida a terra com segurança, produz forte interferência eletromagnética, capaz de danificar estes



equipamentos. Para sua proteção, deverá ser contratado um projeto adicional, específico para instalação de supressores de surto.

Os sistemas implantados de acordo com a Norma visam à proteção da estrutura das edificações contra as descargas que a atinjam de forma direta, tendo a NBR 5419 da ABNT como norma base.

A NBR 5419 regulamenta os processos de instalações de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, fixando as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção do SPDA de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro dos volumes protegidos.

A NR 10 regulamenta e define como obrigatório em seu artigo 10.2.3 e 10.2.4, a manutenção de documentação atualizada referente às instalações de proteções contra descargas atmosféricas,

É de fundamental importância que após a instalação haja uma manutenção periódica anual a fim de se garantir a confiabilidade do sistema. São também recomendadas vistorias preventivas após reformas que possam alterar o sistema e toda vez que a edificação for atingida por descarga direta.

5 MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA

5.1 METODOLOGIA DE SPDA ADOTADA

Será adotado o método de proteção tipo “Gaiola de Faraday”, por ser aquele que permite a distribuição da proteção por toda a estrutura, aumentando a eficiência do SPDA, quando comparado aos outros métodos de proteção.

O Método de Faraday apresenta níveis de proteção elevados, consiste no envolvimento da parte superior da construção com uma malha de condutores elétricos nus, denominada de Malha Captora, essa malha tem seu fechamento em anel onde todos os pontos da captação estão no mesmo diferencial de potencial (ddp), a malha captora é interligada a malha de aterramento por meios de descidas utilizando condutores de cobre, alumínio ou aço, e estão espaçadas de acordo com o grau do nível de proteção a ser adotado.

5.2 SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

5.2.1 - Captação

Tem como função receber as descargas que incidam sobre o topo da edificação e distribuí-las pelas descidas. É composta por elementos metálicos, no caso, cabos metálicos devidamente dimensionados.

5.2.2 – Malhas e Condutores

- Serão instaladas barra chatas de alumínio com dimensões $\varnothing 7/8" \times 1/8" \times 3,00\text{m}$ ao longo do perímetro sobre a cobertura;
- Complementarmente, serão instalados 63 captadores tipo terminal aéreo em barra chata de alumínio com dimensões $h=0,60\text{m} \times 3/4" \times 3/16"$.

5.3 SUBSISTEMA DE DESCIDAS

5.3.1 – Descidas

- Constituída de descida tipo externa em barra chata de alumínio com dimensões $\varnothing 7/8" \times 1/8" \times 3,00\text{m}$;
- Número totais de descidas: 26;
- Espaçamento aproximado: 05 a 08 metros
- Proteção através de espaguete isolante $22\text{mm} \times 2\text{m}$;
- Em todas as descidas serão instalados terminais de compressão em cobre estanhado com 1 furo p/ cabo de cobre seção $35,0\text{mm}^2$ para transição/inspeção entre a barra chata de alumínio proveniente das descidas externa e o cabo de cobre seção $50,0\text{mm}^2$ para a conexão com a malha de aterramento.

5.4 SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

5.4.1 – Aterramento

Recebe as correntes elétricas das descidas e as dissipam no solo. Tem também a função de equalizar os potenciais das descidas e os potenciais no solo, devendo haver



preocupação com locais de frequência de pessoas, minimizando as tensões de passo nestes locais.

5.4.2 – Malha de Aterramento

- Aterramento composto por eletrodos não naturais (cobre nú e haste de aterramento) instalados enterrados a uma profundidade de 50,0cm em forma de anel na região perimetral do edifício;
- Tipo do cabo de aterramento: cobre nú seção 50,0mm²;
- Tipo de Haste: Copperweld, Ø 5/8" x 3,0m, 254 micras;
- Número de Hastes: 01 para cada descida;
- Caixa de inspeção em alvenaria medindo (30x30x40)cm com tampa de concreto e dreno;
- Resistência ôhmica máxima esperada: 10 OHMS.

5.5 EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS

No nível do solo deverão ser equalizados os aterramentos do neutro da concessionária elétrica, do terra da concessionária de telefonia, outros terras de eletrônicos (inclusive trilhos metálicos), tubulações metálicas de incêndio e gás (inclusive o piso da casa de gás quando houver), tubulações metálicas de água, recalque, etc.

Para tal deverá ser definida uma posição estratégica para instalação de uma caixa de equalização de potenciais principal (LEP/TAP) que deverá ser interligada a malha de aterramento.

NOTA:

LEP = Ligação Equipotencial Principal;

TAP = Terminal de Aterramento Principal.

Nas canalizações e outros elementos metálicos que se originam do exterior da estrutura, a conexão à ligação equipotencial deve ser efetuada o mais próximo possível do ponto em que elas penetram na estrutura. Uma grande parte da corrente de descarga atmosférica pode passar por essa ligação equipotencial, portanto as seções mínimas dos cabos devem ser de 16mm² em cobre.

As amarrações das diferentes tubulações metálicas poderão ser executadas por fita perfurada niquelada (bi-metálica) que possibilita a conexão com diferentes tipos de metais e diâmetros variados, diminuindo também a indutância do condutor devido a sua superfície chata.



A equalização de potencial constitui a medida mais eficaz para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro do volume a proteger.

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

5.5.1 – Equalização

Será inserida na edificação, próxima aos QGBTs, caixas de equalização de potenciais, que serão interligadas aos QGBTs, individuais em cada pavimento, interligadas umas nas outras.

6.1 GENERALIDADES DOS MATERIAIS

Os cabos de cobre nu deverão atender rigorosamente a norma NBR 6524, ser confeccionado a 7 fios, diâmetro mínimo de 9 mm;

As hastes de aterramento deverão ser tipo copperweld alta camada 254 micrometros de cobre, certificadas de acordo com a NBR 13571;

As ferragens devem sempre ser galvanizadas a fogo, pois do contrário haverá pontos de oxidação comprometendo o funcionamento do sistema;

As conexões da malha de captação do sistema de proteção deverão ser através de fixador universal mod. TEL 5024, pois pode ser usado com qualquer outro tipo de material sendo, cobre, latão, bronze, aço ou inox, evitando formação de par eletrolítico, que é proibido em sistema de proteção atmosférica.



6 MEMORIAL DE CÁLCULO

6.1 ESTUDO INICIAL

Este estudo foi desenvolvido antes das tomadas de decisões para a proteção da edificação, com a finalidade de identificar a verdadeira necessidade do sistema de proteção e seu devido risco.

RISCOS/PERDAS/TOLERÂNCIAS

RISCOS / PERDAS / EQUAÇÕES / TOLERÂNCIAS				
PERDA	RISCO	Risco	Equações	RT (y-1)
L1	R1	perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)	$R1 = R A1 + R B1 + R C1(1) + R M1(1) + R U1 + R V1 + R W1(1) + R Z1(1)$	1,00E-05
L2	R2	perda de serviço ao público	$R2 = R B2 + R C2 + R M2 + R V2 + R W2 + R Z2$	1,00E-03
L3	R3	perda de patrimônio cultural	$R3 = R B3 + R V3$	1,00E-04
L4	R4	perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades)	$R4 = R A4(2) + R B4 + R C4 + R M4 + R U4(2) + R V4 + R W4 + R Z4$	1,00E-03

Tabela 1



RESULTADOS DE Rx

R resultado Rx	R1=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	RA+RB
		1,09E-08	2,45E-05	0,00E+00	9,79E-04	7,23E-09	3,62E-06	7,23E-06	2,04E-04	2,457E-05
	R2=	-	RB	RC	RM	-	RV	RW	RZ	
			4,90E-06	0,00E+00	9,79E-05		7,23E-07	7,23E-07	2,04E-05	
	R3=	-	RB	-			RV	-		
			0,00E+00				0,00E+00			
	R4=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	

Tabela 2

CONDIÇÕES DE PROJETO

Condições do projeto	
Este projeto contém Risco de Explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	NÃO
Pode haver perda de patrimonio cultural?	NÃO
Este projeto contém Animais?	NÃO
Hávera avaliação econômica?	SIM

Tabela 3



COMBINAÇÕES DE DANO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Combinações e Fonte de dano por descargas atmosféricas na: (Tab. 02)									Resultado			
	S1: Estrutura			S2: Perto da estrutura		S3: Na linha		S4: Perto da linha				
	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	Risco - "R"	Risco em decimal (20 casas)	"RT"	R>RT?
R1=	4,90E-08	2,45E-05	-	-	7,23E-09	3,62E-06	-	-	2,82E-5	0,00002819627193560510	1,00E-05	SIM
R2=		-	-	-		-	-	-	-	0,00000000000000000000	1,00E-03	NÃO
R3=		-				-			-	0,00000000000000000000	1,00E-04	NÃO
R4=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00000000000000000000	1,00E-03	NÃO

Tabela 4

ESTUDO DE MEDIDAS PROTETIVAS

Medidas Protetivas		Estudo:	ESTUDO INICIAL
SPDA instalado			Estrutura não protegida por SPDA
Blindagem espacial externa			SEM blindagem espacial
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)			Nenhuma medida de proteção
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)			Nenhuma medida de proteção
Proteção contra incêndio			Nenhuma providência
Fiação interna	Energia (LINHA 01)		Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laços (b)
	Sinal (LINHA 02)		Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laços (b)
Sistema de DPS	DPS		Sem DPS
	DPS coordenados		Nenhum sistema de DPS coordenado

Tabela 5



ANALISE DE RISCO DE VIDA

R1 - Perda de Vida	Avaliação conforme 5.5	R1 - Perda de Vida
	$R > RT?$	SIM – Necessita de proteção
	Há SPDA instalado?	NÃO
	Instalar ou aumentar o nível de proteção do Sistema de SPDA ou DPS, afim de reduzir o risco a nível tolerável	

Tabela 6



6.2 ESTUDO FINAL

Com a análise de todos os dados descritos no tópico anterior, conclui-se que há uma necessidade real de utilização de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas. Com esse intuito, neste tópico realizaremos o estudo para que o risco a vida e a edificação estejam devidamente minimizados.

RISCOS/PERDAS/TOLERÂNCIAS

RISCOS / PERDAS / EQUAÇÕES / TOLERÂNCIAS				
PERDA	RISCO	Risco	Equações	RT (y-1)
L1	R1	perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)	$R1 = R A1 + R B1 + R C1(1) + R M1(1) + R U1 + R V1 + R W1(1) + R Z1(1)$	1,00E-05
L2	R2	perda de serviço ao público	$R2 = R B2 + R C2 + R M2 + R V2 + R W2 + R Z2$	1,00E-03
L3	R3	perda de patrimônio cultural	$R3 = R B3 + R V3$	1,00E-04
L4	R4	perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades)	$R4 = R A4(2) + R B4 + R C4 + R M4 + R U4(2) + R V4 + R W4 + R Z4$	1,00E-03

Tabela 7



RESULTADOS DE RX

R e s u l t a d o R x	R1=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	RA+RB
		9,81E-11	2,45E-06	0,00E+00	4,99E-05	3,62E-11	9,04E-08	3,62E-07	1,02E-05	0,245E-5
	R2=	-	RB	RC	RM	-	RV	RW	RZ	
			4,90E-07	0,00E+00	4,99E-06		1,81E-08	3,62E-08	1,02E-06	
	R3=	-	RB	-			RV	-		
			0,00E+00				0,00E+00			
	R4=	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	

Tabela 8

CONDIÇÕES DE PROJETO

Condições do projeto	
Este projeto contém Risco de Explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	NÃO
Pode haver perda de patrimonio cultural?	NÃO



Este projeto contém Animais?	NÃO
Hávera avaliação econômica?	SIM

Tabela 9

COMBINAÇÕES DE DANO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Combinações e Fonte de dano por descargas atmosféricas na: (Tab. 02)									Resultado			
	S1: Estrutura			S2: Perto da estrutura		S1: Na linha		S2: Perto da linha				
	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	RISCO – “R”	Risco em decimal (20 casas)	“RT”	R>RT?
R1=	9,81E-11	2,45E-06	-	-	3,62E-11	9,04E-08	-	-	0,254E-5	0,00000254284571194483	1,00E-05	NÃO
R2=	-		-		-		-		-	0,00000000000000000000	1,00E-03	NÃO
R3=	-		-		-		-		-	0,00000000000000000000	1,00E-04	NÃO
R4=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00000000000000000000	1,00E-03	NÃO

Tabela 10



ESTUDO DE MEDIDAS PROTETIVAS

Medidas Protetivas		Estudo:	ESTUDO FINAL
SPDA instalado		Estrutura protegida por SPDA IV	▼
Blindagem espacial externa		SEM blindagem espacial	▼
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)		Equipotencialização efetiva do solo	▼
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		Avisos visíveis de alerta	▼
Proteção contra incêndio		extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compar	▼
Fiação interna	Energia (LINHA 01)	Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laços (b)	▼
	Sinal (LINHA 02)	Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laços (b)	▼
Sistema de DPS	DPS	DPS - III-IV	▼
	DPS coordenados	Sistema de DPS coordenado - III-IV	▼

Tabela 11

ANALISE DE RISCO DE VIDA

R1 - Perda de Vida	Avaliação conforme 5.5	R1 - Perda de Vida
	R>RT?	Não - Estrutura protegida
	Há SPDA instalado?	SIM
	Estrutura devidamente protegida.	

Tabela 12



7 ANEXOS DO MEMORIAL DE CÁLCULO

Tabela A.1 (NBR 5419/2015) – Fator de localização da estrutura CD

Localização relativa	CD
Estrutura cercada por objetos mais altos	0,25
Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5
Estrutura isolada: nenhum outro objeto nas vizinhanças	1
Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	2

Tabela 13

Tabela A.2 (NBR 5419/2015) – Fator de instalação da linha CI

Roteamento	CI
Aéreo	1
Enterrado	0,5
Cabos enterrados instalados completamente dentro de uma malha de aterramento (ABNT NBR 5419-4:2015, 5.2).	0,01

Tabela 14



Tabela A.3 (NBR 5419/2015) – Fator tipo de linha CT

Instalação	CT
Linha de energia ou sinal	1
Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)	0,2

Tabela 15

Tabela A.4 (NBR 5419/2015) – Fator ambiental da linha CE

Ambiente	CE
Rural	1
Suburbano	0,5
Urbano	0,1
Urbano com edifícios mais altos que 20 m.	0,01

Tabela 16



Tabela B.1 (NBR 5419/2015) – Valores de probabilidade *PTA* de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo perigosas

Medida de proteção adicional	<i>PTA</i>
Nenhuma medida de proteção	1
Avisos de alerta	10–1
Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas)	10–2
Equipotencialização efetiva do solo	10–2
Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como subsistema de descida	0

Tabela 17



Tabela B.2 (NBR 5419/2015) – Valores de probabilidade *PB* dependendo das medidas de proteção para reduzir danos físicos

Características da estrutura	Classe do SPDA	<i>PB</i>
Estrutura não protegida por SPDA	–	1
Estrutura protegida por SPDA	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Estrutura com subsistema de captação conforme SPDA classe I e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descida natural		0,01
Estrutura com cobertura metálica e um subsistema de captação, possivelmente incluindo componentes naturais, com proteção completa de qualquer instalação na cobertura contra descargas atmosféricas diretas e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descidas natural		0,001

Tabela 18



Tabela B.3 (NBR 5419/2015) – Valores de probabilidade de *PSPD* em função do NP para o qual os DPS foram projetados

NP	<i>PSPD</i>
Nenhum sistema de DPS coordenado	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTA 2	0,005 – 0,001

Tabela 19



Tabela B.4 (NBR 5419/2015) – Valores dos fatores CLD e CLI dependendo das condições de blindagem aterramento e isolamento

Tipo de linha externa	Conexão na entrada	CLD	CLI
Linha aérea não blindada	Indefinida	1	1
Linha enterrada não blindada	Indefinida	1	1
Linha de energia com neutro multiterrado	Nenhuma	1	0,2
Linha enterrada blindada (energia ou sinal)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,3
Linha aérea blindada (energia ou sinal)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,1
Linha enterrada blindada (energia ou sinal)	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0

Tabela 20



Tabela B.4 (NBR 5419/2015) (continuação)

Tipo de linha externa	Conexão na entrada	CLD	CLI
Linha aérea blindada (energia ou sinal)	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0
Cabo protegido contra descargas atmosféricas ou cabeamento em dutos para cabos protegido contra descargas atmosféricas, eletrodutos metálicos ou tubos metálicos	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	0	0
(Nenhuma linha externa)	Sem conexões com linhas externas (sistemas independentes)	0	0
Qualquer tipo	Interfaces isolantes de acordo com a ABNT NBR 5419-4	0	0

Tabela 21



Tabela B.5 (NBR 5419/2015) – Valor do fator KS_3 dependendo da fiação interna

Tipo de fiação interna	KS_3
Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laçosa	1
Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laçosb	0,2
Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar laçosc	0,01
Cabos blindados e cabos instalados em eletrodutos metálicosd	0,000 1
<p>a Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios (área do laço da ordem de 50 m²).</p> <p>b Condutores em laço roteados em um mesmo eletroduto ou condutores em laço com diferentes roteamentos em edifícios pequenos (área do laço da ordem de 10 m²).</p> <p>c Condutores em laço roteados em um mesmo cabo (área do laço da ordem de 0,5 m²).</p> <p>d Blindados e eletrodutos metálicos interligados a um barramento de equipotencialização em ambas extremidades e equipamentos estão conectados no mesmo barramento equipotencialização.</p>	

Tabela 22



Tabela B.6 (NBR 5419/2015) – Valores da probabilidade *PTU* de uma descarga atmosférica em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque perigosas

Medida de proteção	<i>PTU</i>
Nenhuma medida de proteção	1
Avisos visíveis de alerta	10 ⁻¹
Isolação elétrica	10 ⁻²
Restrições físicas	0

Tabela 23

Tabela B.7 (NBR 5419/2015) – Valor da probabilidade *PEB* em função do NP para o qual os DPS foram projetados

NP	<i>PEB</i>
Sem DPS	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTA 4	0,005 – 0,001

Tabela 24



Tabela B.8 (NBR 5419/2015) – Valores da probabilidade *PLD* dependendo da resistência *RS* da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso *UW* do equipamento

Tipo da linha	Condições do roteamento, blindagem e interligação		Tensão suportável <i>UW</i> em kV				
			1	1,5	2,5	4	6
Linhas de energia ou sinal	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento		1	1	1	1	1
	Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	$5\Omega/\text{km} < RS$ $\leq 20 \Omega/\text{km}$	1	1	0,95	0,9	0,8
		$1\Omega/\text{km} < RS \leq 5 \Omega/\text{km}$	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		$RS \leq 1 \Omega/\text{km}$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

Tabela 25



Tabela B.9 (NBR 5419/2015) – Valores da probabilidade *PLI* dependendo do tipo da linha e da tensão suportável de impulso *UW* dos equipamentos

Tipo da linha	Tensão suportável <i>UW</i> em kV				
	1	1,5	2,5	4	6
Linhas de energia	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Linhas de sinais	1	0,5	0,2	0,08	0,04

Tabela 26

Tabela C.1 (NBR 5419/2015) – Tipo de perda L1: Valores da perda para cada zona

Tipo de dano	Perda típica	Equação
D1	$LA = rt \times LT \times nZ / nt \times tz / 8\ 760$	(C.1)
D1	$LU = rt \times LT \times nZ / nt \times tz / 8\ 760$	(C.2)
D2	$LB = LV = rp \times rf \times hz \times LF \times nZ / nt \times tz / 8\ 760$	(C.3)
D3	$LC = LM = LW = LZ = LO \times nZ / nt \times tz / 8\ 760$	(C.4)

Tabela 27



Tabela C.2 (NBR 5419/2015) – Tipo de perda L1: Valores médios típicos de LT, LF e LO

Tipos de danos	Valor de perda típico		Tipo da estrutura
D1 ferimentos	LT	10–2	Todos os tipos
D2 danos físicos	LF	10–1	Risco de explosão
		10–1	Hospital, hotel, escola, edifício cívico
		5 × 10–2	Entretenimento público, igreja, museu
		2 × 10–2	Industrial, comercial
		10–2	Outros
D3 falhas de sistemas internos	LO	10–1	Risco de explosão
		10–2	Unidade de terapia intensiva e bloco cirúrgico de hospital
		10–3	Outras partes de hospital

Tabela 28



Tabela C.3 (NBR 5419/2015) – Fator de redução r_t em função do tipo da superfície do solo ou piso

Tipo de superfície ^b	Resistência de contato $k \Omega$ ^a	r_t
Agricultura, concreto	≤ 1	10–2
Marmore, cerâmica	1 – 10	10–3
Cascalho, tapete, carpete	10 – 100	10–4
Asfalto, linóleo, madeira	≥ 100	10–5
^a Valores medidos entre um eletrodo de 400 cm ² comprimido com uma força uniforme de 500 N e um ponto considerado no infinito.		
^b Uma camada de material isolante, por exemplo, asfalto, de 5 cm de espessura (ou uma camada de cascalho de 15 cm de espessura) geralmente reduz o perigo a um nível tolerável.		

Tabela 29



Tabela C.4 (NBR 5419/2015) – Fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio

Providências	r_p
Nenhuma providência	1
Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	0,5
Uma das seguintes providências: instalações fixas operadas automaticamente, instalações de alarme automático a	0,2
a Somente se protegidas contra sobretensões e outros danos e se os bombeiros puderem chegar em menos de 10 min.	

Tabela 30



Tabela C.5 (NBR 5419/2015) – Fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura

Risco	Quantidade de risco	r_f
Explosão	Zonas 0, 20 e explosivos sólidos	1
	Zonas 1, 21	10–1
	Zonas 2, 22	10–3
Incêndio	Alto	10–1
	Normal	10–2
	Baixo	10–3
Explosão ou incêndio	Nenhum	0

Tabela 31



Tabela C.6 (NBR 5419/2015) – Fator h_z aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial

Tipo de perigo especial	h_z
Sem perigo especial	1
Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	2
Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	5
Dificuldade de evacuação (por exemplo, estrutura com pessoas imobilizadas, hospitais)	5
Alto nível de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes maior que 1 000 pessoas)	10

Tabela 32

Tabela C.7 – Tipo de perda L2: valores de perda para cada zona

Tipo de dano	Perda típica	Equação
D2	$LB = LV = r_p \times r_f \times LF \times nz/nt$	(C.7)
D3	$LC = LM = LW = LZ = LO \times nz/nt$	(C.8)

Tabela 33



Tabela C.8 (NBR 5419/2015) – Tipo de perda L2: valores médios típicos de LF e LO

Tipo de dano	Valor da perda típica		Tipo de serviço
D2	LF	10-1	Gás, água, fornecimento de energia
danos físicos		10-2	TV, linhas de sinais
D3	LO	10-2	Gás, água, fornecimento de energia
falhas de sistemas internos		10-3	TV, linhas de sinais

Tabela 34

Tabela C.9 (NBR 5419/2015) – Tipo de perda L3: valores de perda para cada zona

Tipo de dano	Valor típico da perda	Equação
D2 danos físicos	$LB = LV = r_p \times r_f \times LF \times cz / ct$	(C.9)

Tabela 35



Tabela C.10 (NBR 5419/2015) – Tipo de perda L3: valor médio típico de LF

Tipo de dano	Valor típico de perda		Tipo de estrutura ou zona
D2 danos físicos	LF	10–1	Museus, galerias

Tabela 36

Tabela C.11 (NBR 5419/2015) – Tipo de perda L4: valores de perda de cada zona

Tipo de danos	Perda típica	Equação
D1	$LA = rt \times LT \times ca / ct a$	(C.10)
D1	$LU = rt \times LT \times ca / ct a$	(C.11)
D2	$LB = LV = rp \times rf \times LF \times (ca + cb + cc + cs) / ct a$	(C.12)
D3	$LC = LM = LW = LZ = LO \times cs / ct a$	(C.13)

a As relações ca / ct e $(ca + cb + cc + cs) / ct$ e cs / ct devem somente ser consideradas nas equações (C.10) – (C.13), se a análise de risco for conduzida de acordo com 6.10, usando o Anexo D. No caso de utilizar um valor representativo para o risco tolerável R4 de acordo com a Tabela 4, as relações não podem ser levadas em consideração. Nestes casos, as relações devem ser substituídas pelo valor 1.

Tabela 37



Tabela C.12 (NBR 5419/2015) – Tipo de perda L4: valores médios típicos de LT, LF e LO

Tipo de danos	Valor de perda típico		Tipo de estrutura
D1 ferimento devido a choque	LT	10–2	Todos os tipos onde somente animais estão presentes
D2 danos físicos	LF	1	Risco de explosão
		0,5	Hospital, industrial, museu, agricultura
		0,2	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
		10–1	Outros
D3 falha de sistemas internos	LO	10–1	Risco de explosão
		10–2	Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial
		10–3	Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público
		10–4	Outros

Tabela 38



8 ASSINATURAS

Uberaba, 15 de Junho de 2020.

PADILHA & RIBEIRO ENGENHARIA
CNPJ: 24.225.683/0001-43

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTO ANTÔNIO DE POSSE
CNPJ: 45.331.196/0001-35