

# **SPDA-SISTEMAS CONTRA DESCARGA ATMOSFERICA (PARA-RAIOS)**

**Principais mudanças da norma NBR5419-Parte 3**

A nova norma NBR5419 teve com o diretriz a IEC 62305 e se divide em 4 partes bem distintas, tais como :

PARTE 1 - Princípios gerais –.....	75 páginas
PARTE 2 - Gerenciamento de risco - .....	111 páginas
<b>PARTE 3-Projetos e instalações-Danos físicos a estruturas e perigos à vida....</b>	<b>61 pág.</b>
PARTE 4 - Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura - .....	93 páginas
TOTAL.....	<b>340</b> Páginas

Norma antiga NBR5419/2005 = **42** páginas

[www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)

Esta norma é aplicável a:

- a) projeto, instalação, inspeção e manutenção de um SPDA para estruturas sem limitação de altura;
- b) estabelecimento de medidas para proteção contra lesões a seres vivos causadas pelas tensões de passo e toque provenientes das descargas atmosféricas.

NOTA 1 As prescrições contidas nesta parte da ABNT NBR 5419 não são direcionadas a prover proteção contra falhas de sistemas elétricos e eletrônicos devidas a sobretensões. Requisitos específicos para tais casos são providos na NBR 5419/2015 Parte 4.

NOTA 2 Requisitos específicos para proteção contra descargas atmosféricas em turbinas eólicas são apresentados na IEC 61400-24.

# Materiais para SPDA e condições de utilização

Material	Utilização				Corrosão		
	Ao ar livre	Na terra	No concreto ou reboco	No concreto armado	Resistência	Aumentado por	Podem ser destruídos por acoplamento galvânico
<b>Cobre</b>	Maciço Encordoadado Como cobertura	Maciço Encordoadado Como cobertura	Maciço Encordoadado Como cobertura	<b>Não permitido</b>	Bom em muitos ambientes	Compostos sulfurados Materiais orgânicos Altos conteúdos de cloretos	-
<b>Aço galvanizado a quente</b>	Maciço Encordoadado	Maciço Encordoadado	Maciço Encordoadado	Maciço Encordoadado	Aceitável no ar, em concreto e em solos salubres	Altos conteúdos de cloretos	Cobre
<b>Aço inoxidável</b>	Maciço Encordoadado	Maciço Encordoadado	Maciço Encordoadado	Maciço Encordoadado	Bom em muitos ambientes	Altos conteúdos de cloretos	-
<b>Aço revestido por cobre</b>	Maciço Encordoadado	Maciço Encordoadado	Maciço Encordoadado	<b>Não permitido</b>	Bom em muitos ambientes	Compostos sulfurados	-
<b>Alumínio</b>	Maciço Encordoadado	<b>Não permitido</b>	<b>Não permitido</b>	<b>Não permitido</b>	Bom em atmosferas contendo baixas concentrações de sulfurados e cloretos	Soluções alcalinas	Cobre

# Captação e descidas

Material	Configuração	Área da seção mínima mm <sup>2</sup>	Comentários <sup>4)</sup>
<b>Cobre</b>	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado maciço <sup>4)</sup>	35	Diâmetro 6 mm
	Encordoadado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço <sup>2)</sup>	200	Diâmetro 16 mm
<b>Alumínio</b>	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 <sup>b</sup>	200	Diâmetro 16 mm
<b>Aço cobreado IACS 30 % <sup>e</sup></b>	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
<b>Alumínio cobreado IACS 64 %</b>	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6 mm
<b>Aço galvanizado a quente <sup>a</sup></b>	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 <sup>b</sup>	200	Diâmetro 16 mm
<b>Aço inoxidável <sup>c</sup></b>	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço <sup>b</sup>	200	Diâmetro 16 mm

# Aterramento

Tabela 7 – Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento

Material	Configuração	Dimensões mínimas <sup>f</sup>		Comentários <sup>f</sup>
		Eletrodo cravado (diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Cobre	Encordoado <sup>c</sup>	–	50 mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio cordoalha 3 mm
	Arredondado maciço <sup>c</sup>	–	50 mm <sup>2</sup>	Diâmetro 8 mm
	Fita maciça <sup>c</sup>	–	50 mm <sup>2</sup>	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	15 mm	–	
	Tubo	20 mm	–	Espessura da parede 2 mm
Aço galvanizado à quente	Arredondado maciço <sup>a, b</sup>	16 mm	Diâmetro 10 mm	–
	Tubo <sup>a, b</sup>	25 mm	–	Espessura da parede 2 mm
	Fita maciça <sup>a</sup>	–	90 mm <sup>2</sup>	Espessura 3 mm
	Encordoado	–	70 mm <sup>2</sup>	–
Aço cobreado	Arredondado maciço <sup>d</sup> Encordoado <sup>g</sup>	14 mm	50 mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Aço inoxidável <sup>e</sup>	Arredondado maciço Fita maciça	15 mm	100 mm <sup>2</sup>	Espessura mínima 2 mm

<sup>a</sup> O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme ANBT NBR 6323.

<sup>b</sup> Aplicável somente a minicaptos. 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.

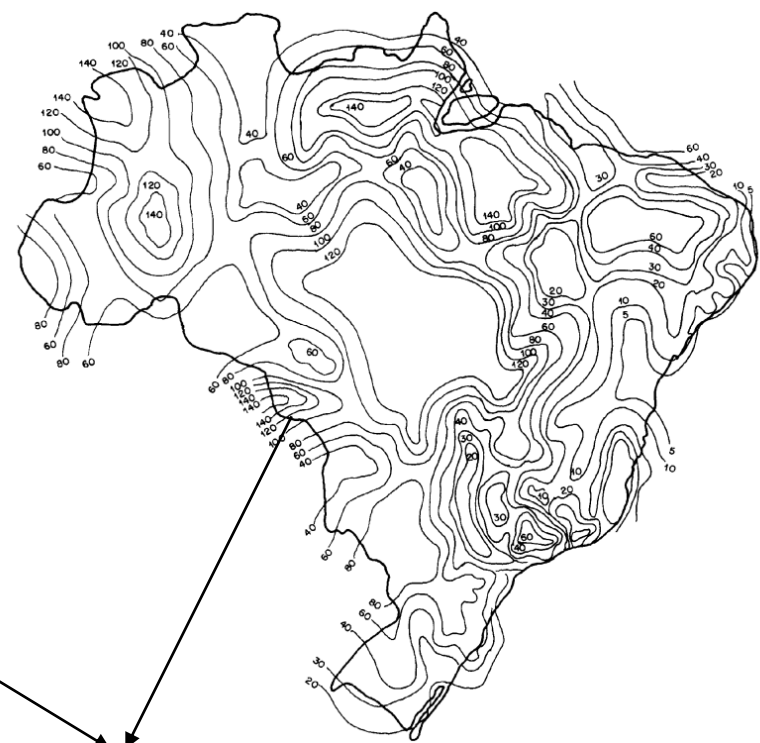
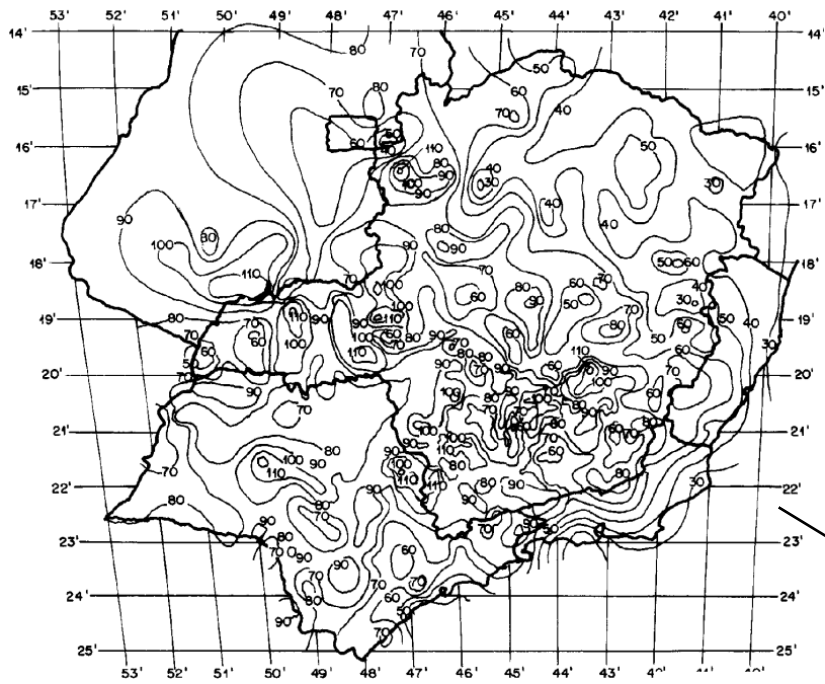
<sup>c</sup> Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

<sup>d</sup> Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela referem – se aos valores mínimos, sendo admitida uma tolerância de 5%, exceto para o diâmetro dos **fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.**

<sup>e</sup> Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo, devem atender às prescrições desta tabela.

<sup>f</sup> A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (*International Annealed Copper Standard*).

<sup>g</sup> Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

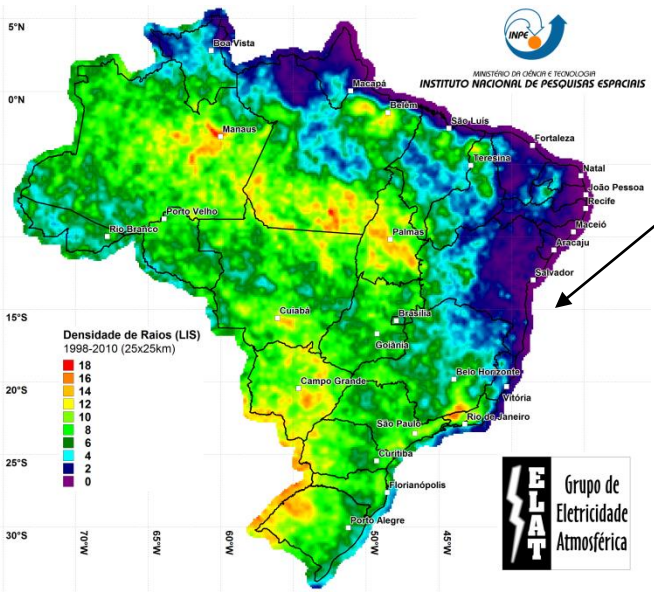


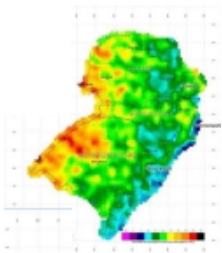
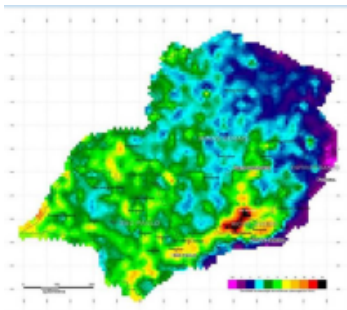
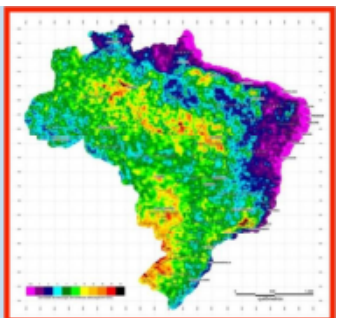
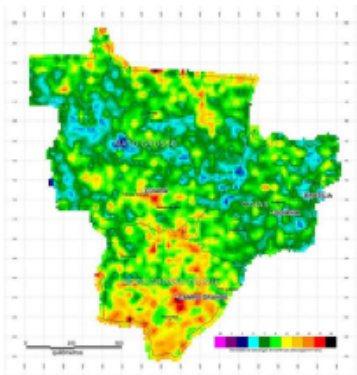
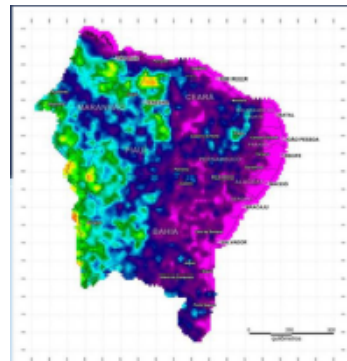
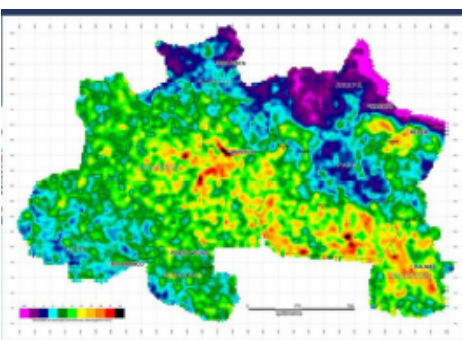
$Ng=0,04.Td_{1,25}$

$Ng=\text{raios}/\text{km}^2/\text{ano}$

**Calculo de necessidade de SPDA**

**Análise de risco**







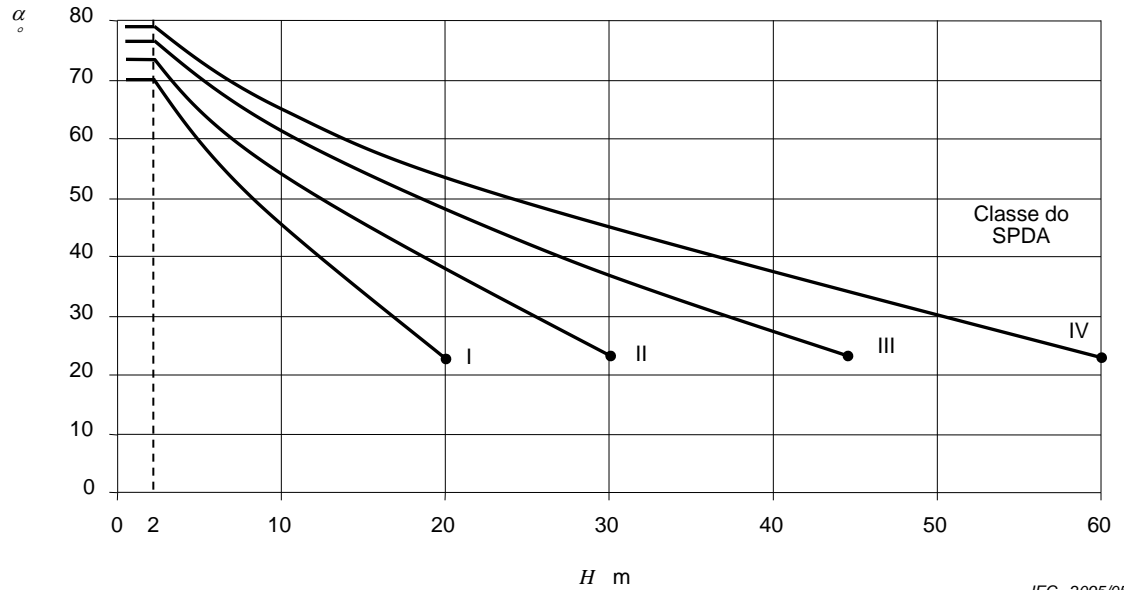
# SELEÇÃO DOS NÍVEIS DE PROTEÇÃO

<b>Tipos de Edificação</b>	<b>Nível de Proteção</b>
Edificações de explosivos, inflamáveis, Indústrias Químicas, Nucleares, Laboratórios, Bioquímicos, Fábricas de Munição e Fogos de Artifício, Estações de Telecomunicações, Usinas Elétricas, Refinarias, Indústrias com risco de incêndio.	Nível I 95 a 98%
Edificações comerciais, bancos, teatros, museus, locais arqueológicos, hospitais, prisões, casas de repouso, escolas, igrejas e áreas esportivas.	Nível II 90 a 95 %
Edificações residenciais, indústrias, estabelecimentos agropecuários e fazendas com estrutura em madeira.	Nível III 80 a 90%
Galpões com sucata ou conteúdo desprezível.	Nível IV até 80 %

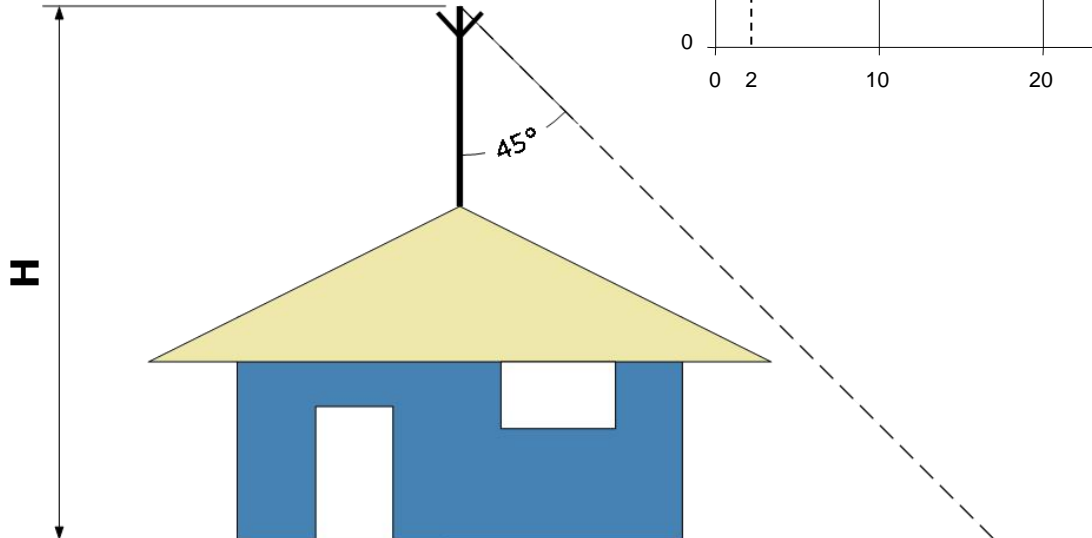
**O Nível de proteção é determinado na análise de risco  
Da parte 2 da norma**

# MÉTODO FRANKLIN

Ângulo de Franklin					
Nível de proteção	Até 20m	H = 21m a 29 m	H = 30m a 44m	H = 45m a 59m	H > 60m
I	25°	A	A	A	B
II	35°	25°	A	A	B
III	45°	35°	25°	A	B
IV	55°	45°	35°	25°	B

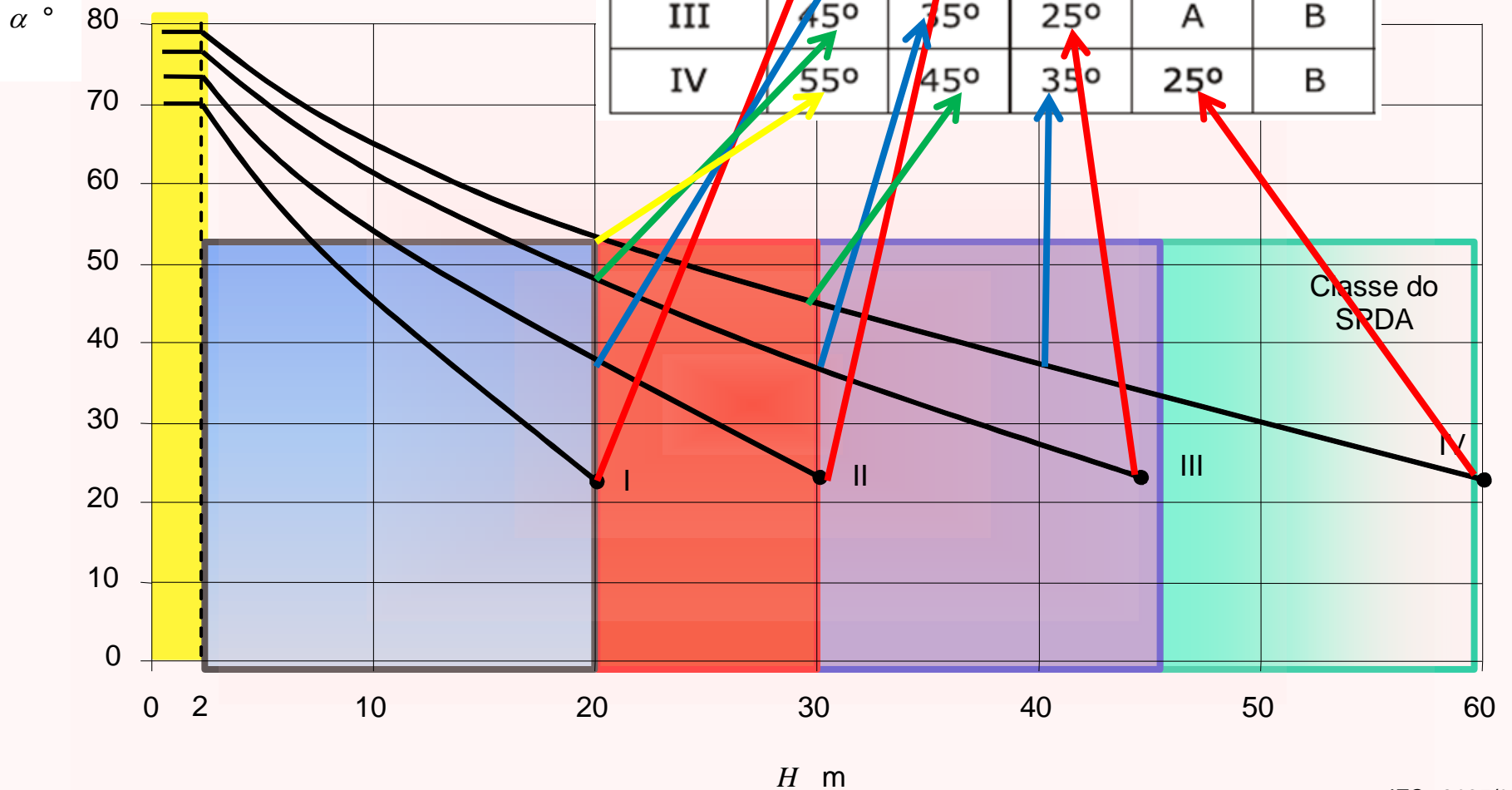


IEC 2095/05



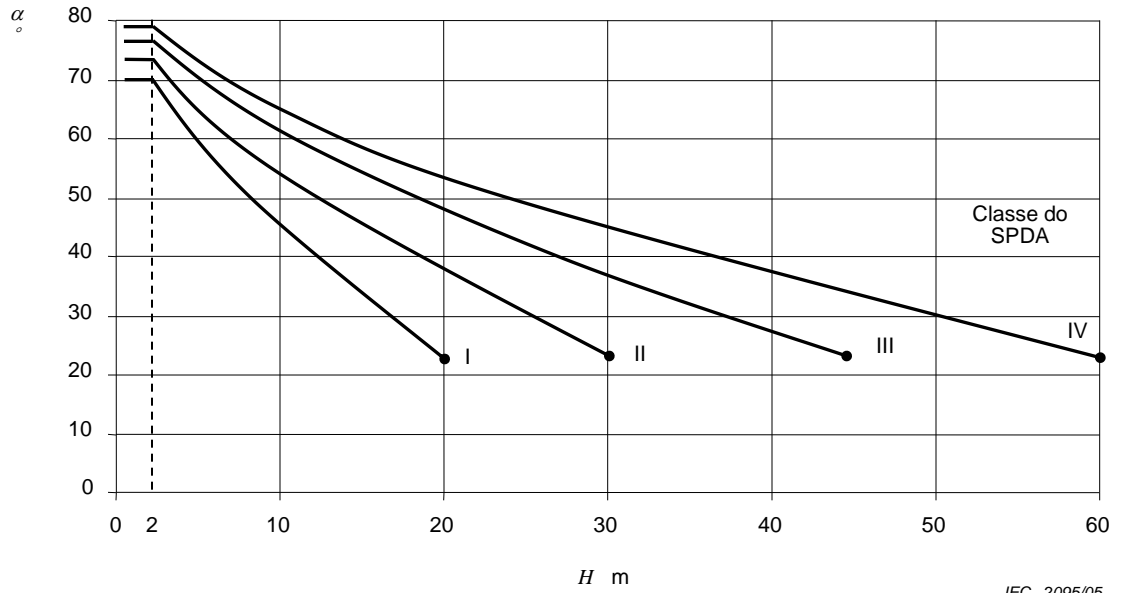
## Ângulo do Franklin

Nível de proteção	Até 20m	H = 21m a 29 m	H = 30m a 44m	H = 45m a 59m	H > 60m
I	25°	A	A	A	B
II	35°	25°	A	A	B
III	45°	35°	25°	A	B
IV	55°	45°	35°	25°	B

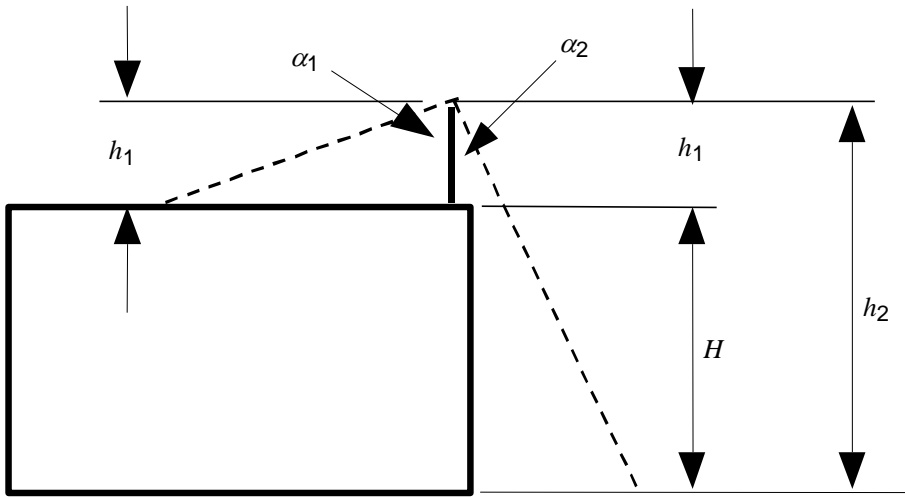


Classe do SPDA

Não houve mudança significativa

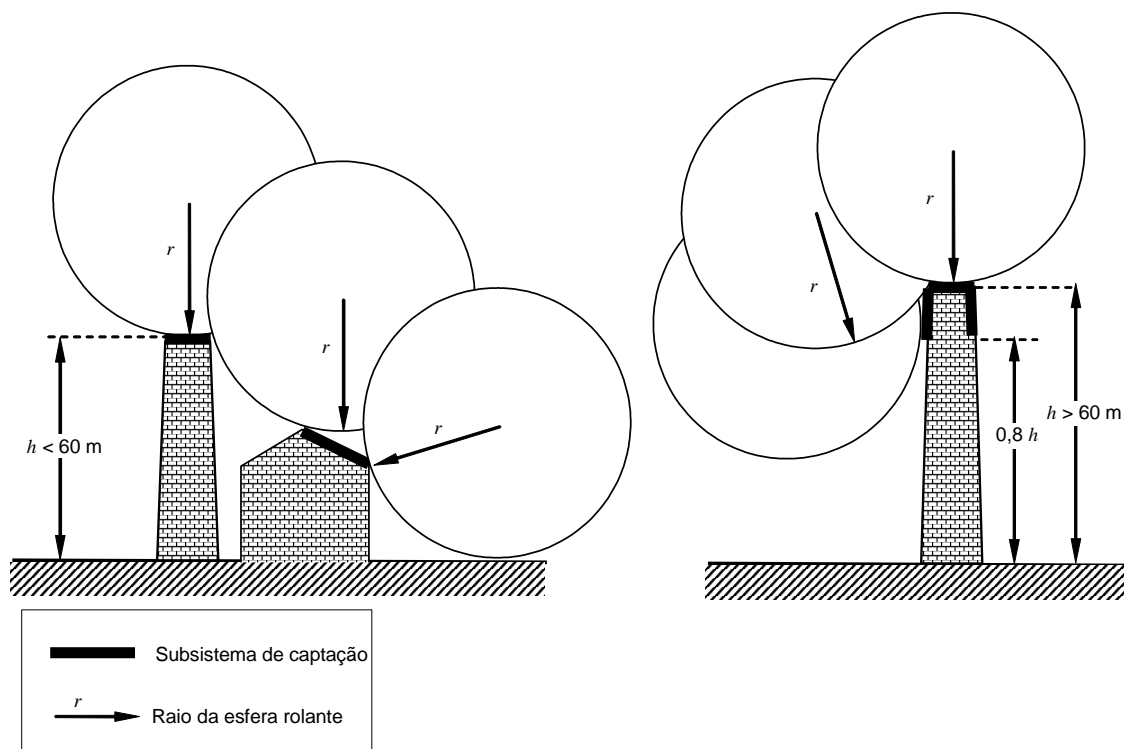


IEC 2095/05



# Método Eletrogeométrico

Nível de proteção	Raio esfera (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60



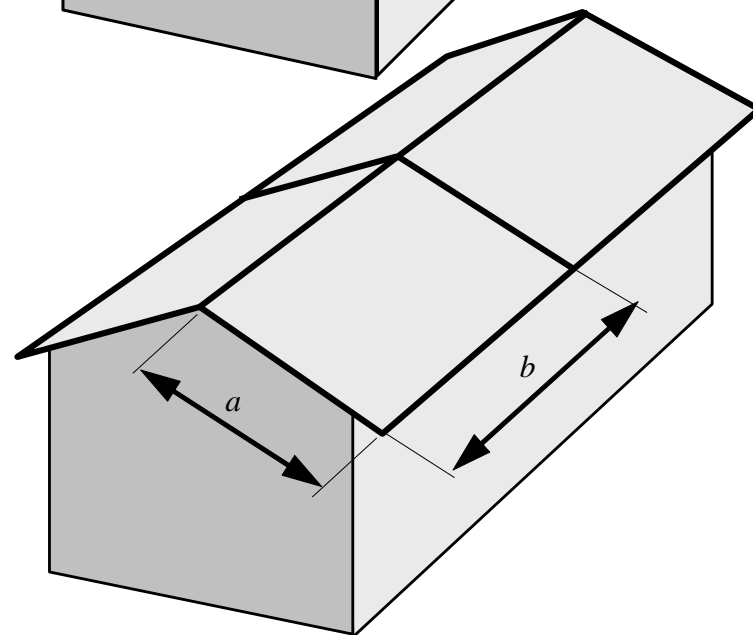
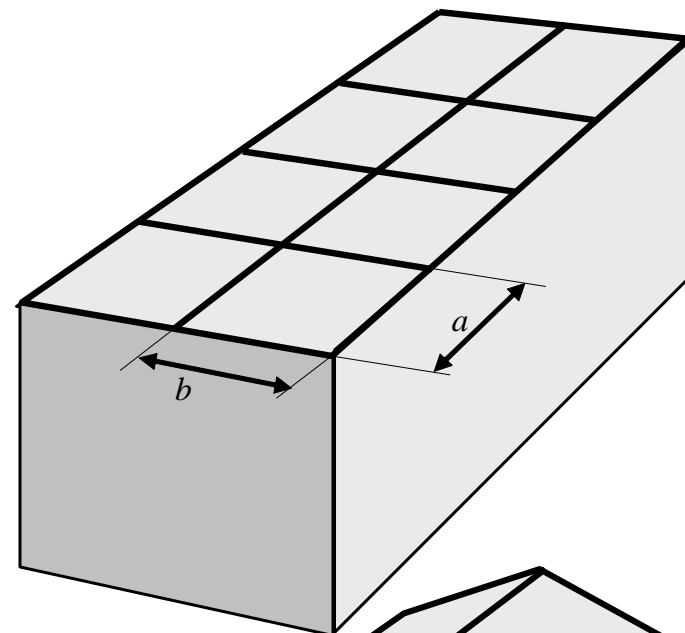
Sem alterações

# MÉTODO DAS MALHAS

Nível	Largura "a" (m)	Comprimento "b" (m)
I	5	10
II	10	20
III	10	20
IV	20	40

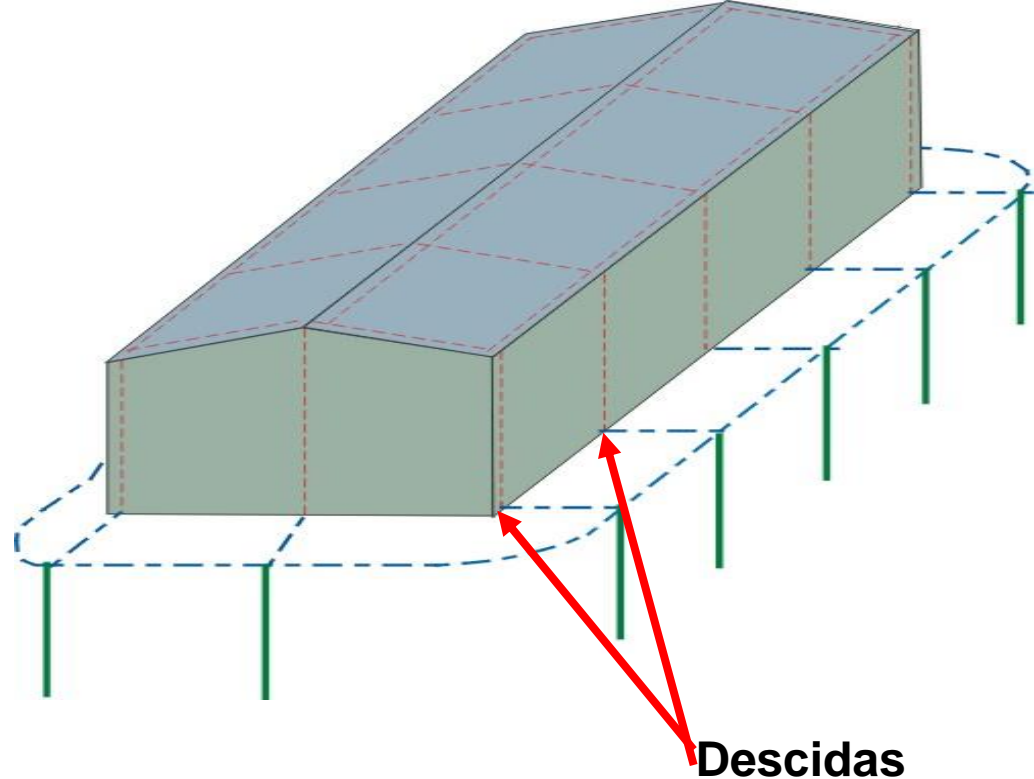
## Nova Norma

Nível	Maximo afastamento dos condutores da malha
I	<b>5 x 5</b>
II	<b>10 x 10</b>
III	<b>15 x 15</b>
IV	<b>20 x 20</b>



# DESCIDAS

Nível de proteção	Espaçamento Médio (m)
I	10
II	15
III	20
IV	25



## Nova Norma NBR5419/2015

Nível de proteção	Espaçamento Médio (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

**NOTA:** É aceitável uma variação no espaçamento dos condutores de descidas de  $\pm 20\%$ .

## **Fixação**

Elementos captivos e condutores de descidas devem ser firmemente fixados de forma que as forças eletrodinâmicas ou mecânicas acidentais (por exemplo, vibrações, expansão térmica etc.) não causem afrouxamento ou quebra de condutores.

A fixação dos condutores do SPDA deve ser realizada em distância máxima assim compreendida:

- até 1,0 m para condutores flexíveis (cabos e cordoalhas) na horizontal;
- até 1,5 m para condutores flexíveis (cabos e cordoalhas) na vertical ou inclinado;
- até 1,0 m para condutores rígidos (fitas e barras) na horizontal;
- até 1,5 m para condutores rígidos (fitas e barras) na vertical ou inclinado



# ATERRAMENTO

TIPOS DE ARRANJOS DO ELETRODO DE ATERRAMENTO PERMITIDOS PELA NORMA NBR5419.

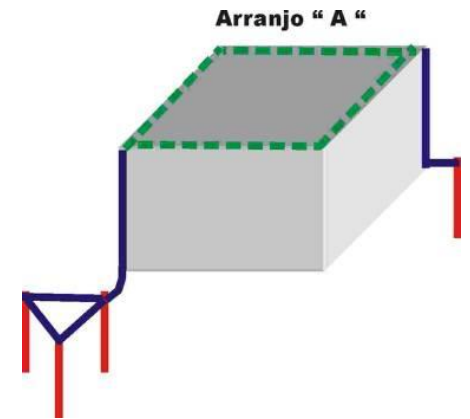
## 1 - ARRANJO A

ATERRAMENTO POTENCIAL (SEPARADO)

EXIGÊNCIAS MÍNIMAS

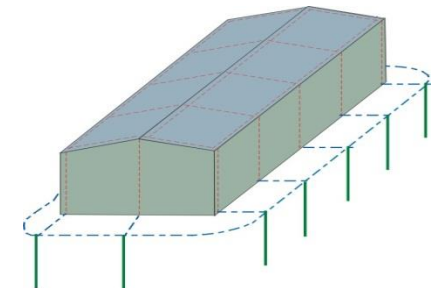
PERÍMETRO ATÉ 25 m

RESISTIVIDADE DO SOLO ATÉ 100  $\Omega.m$



## 2 - ARRANJO B

ANEL PERIMETRAL CIRCUNDANDO A EDIFICAÇÃO O SOLO, ENTERRANDO A 50 CENTÍMETROS DE PROFUNDIDADE E AFASTADO EM 1 METRO DA EDIFICAÇÃO. CASO NÃO SEJA FAZER O ANEL POR FORA DA EDIFICAÇÃO ESTE PODERÁ SER EXECUTADO POR DENTRO DA EDIFICAÇÃO.



# Subsistema de aterramento

## Geral

Quando se tratar da dispersão da corrente da descarga atmosférica (comportamento em alta frequência) para a terra, o método mais importante de minimizar qualquer sobretensão potencialmente perigosa é estudar e aprimorar a geometria e as dimensões do subsistema de aterramento. **Deve-se obter a menor resistência de aterramento possível, compatível com o arranjo do eletrodo, a topologia e a resistividade do solo no local.**

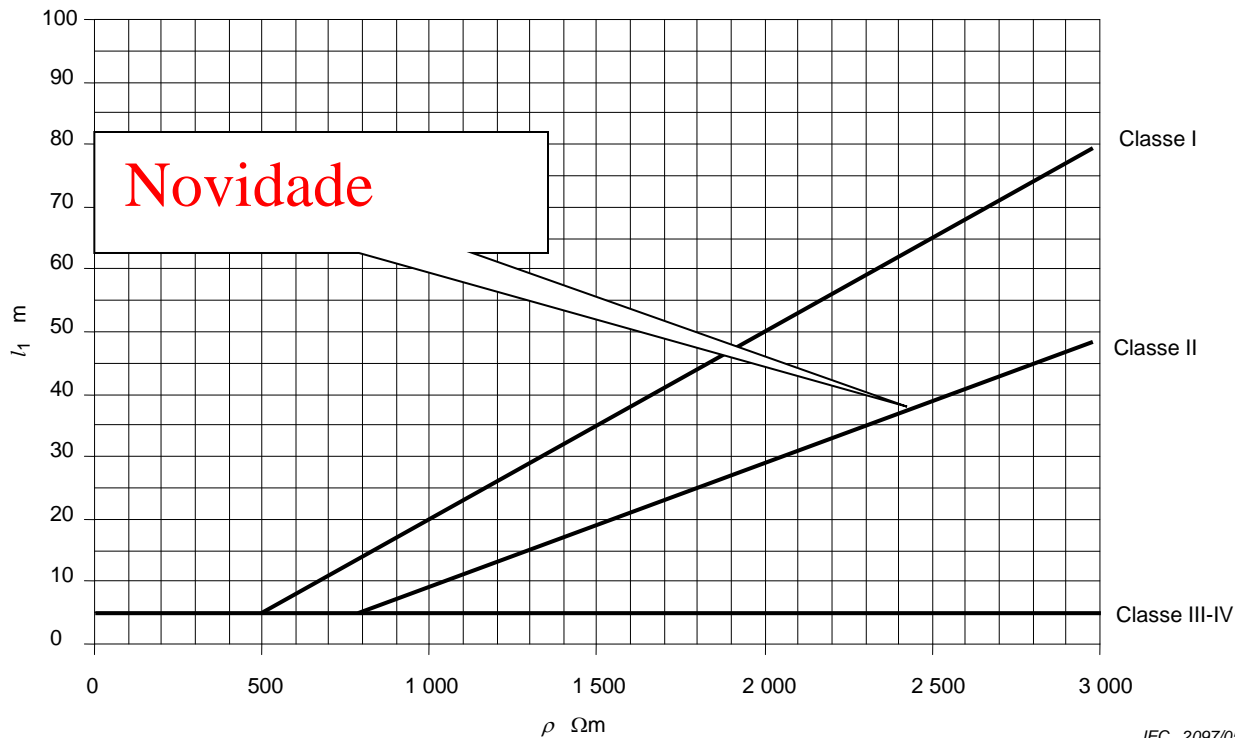
## Condições gerais nos arranjos de aterramento

Para subsistemas de aterramento, na impossibilidade do aproveitamento das armaduras das fundações, o arranjo a ser utilizado consiste em condutor em anel, externo à estrutura a ser protegida, **em contato com o solo por pelo menos 80 % do seu comprimento total**, ou elemento condutor interligando as armaduras descontínuas da fundação (sapatas). Estes eletrodos de aterramento podem também ser do tipo malha de aterramento. Devem ser consideradas medidas preventivas para evitar eventuais situações que envolvam tensões superficiais perigosas (ver Seção 8).

**Embora 20 % do eletrodo convencional possa não estar em contato direto com o solo, a continuidade elétrica do anel deve ser garantida ao longo de todo o seu comprimento (ver 7.3)**

**No caso da impossibilidade técnica da construção do anel externo à edificação, este pode ser instalado internamente. Para isto, devem ser tomadas medidas visando minimizar os riscos causados por tensões superficiais (ver Seção 8).**

# Comprimento mínimo do eletrodo de aterramento



- **Validar o comprimento mínimo de eletrodo**

- **NOTA 1** Classes III e IV são independentes da resistividade do solo.

- **NOTA 2** Para solos com resistividades maiores que 3 000  $\Omega \cdot m$  prolongar as curvas através das equações:

- **$l_1 = 0,03\rho-10$  para classe I e;**

- **$l_1 = 0,02\rho-11$  para a classe II**

- Para o eletrodo de aterramento em anel ou interligando a fundação descontínua, o raio médio  $r_e$  da área abrangida pelos eletrodos não pode ser inferior ao valor  $l_1$ :

$$r_e \geq l_1$$

- Quando o valor requerido de  $l_1$  for maior do que o valor conveniente de  $r_e$ , eletrodos adicionais horizontais ou verticais (ou inclinados) devem ser adicionados com comprimentos individuais  $l_r$  (horizontal) e  $l_v$  (vertical) dados pelas seguintes equações:

- $$l_r = l_1 - r_e \quad (2)$$

- e 
$$l_v = (l_1 - r_e)/2 \quad (3)$$

- **Distância de segurança**

- A isolação elétrica entre o subsistema de captação ou de condutores de descida e as partes metálicas estruturais, instalações metálicas e sistemas internos pode ser obtida pela adoção de uma distância “ $d$ ”, entre as partes, superior à distância de segurança “ $s$ ”

- $$s = \frac{k_i}{k_m} \times k_c \times l \quad (4)$$

- onde
- $k_i$  depende do nível de proteção escolhido para o SPDA (ver Tabela 10);
- $k_c$  depende da corrente de descarga pelos condutores de descida (ver Tabela 12 e Anexo C);
- $k_m$  depende do material isolante (ver Tabela 11);
- $l$  é o comprimento, em metros, ao longo do subsistema de captação ou de descida, desde o ponto onde a distância de segurança deve ser considerada até a equipotencialização mais próxima (ver.6.3).
- O comprimento  $l$  ao longo da captação pode ser desconsiderado em estruturas com telhado metálico contínuo quando este for utilizado como captação natural.

**Tabela 1 — Isolação do SPDA externo – Valores do coeficiente  $k_i$**

<b>Nível de proteção do SPDA</b>	<b><math>K_i</math></b>
I	0,08
II	0,06
III e IV	0,04

**Tabela 2 — Isolação do SPDA externo – Valores do coeficiente  $k_m$**

<b>Material</b>	<b><math>K_m</math></b>
Ar	1
Concreto, tijolos	0,5

NOTA 1 No caso de vários materiais isolantes estarem em serie, é uma boa prática usar o menor valor de  $k_m$ .

NOTA 2 A utilização de outros materiais isolantes está sob consideração.

## Isolação do SPDA externo – Valores aproximados do coeficiente $k_c$

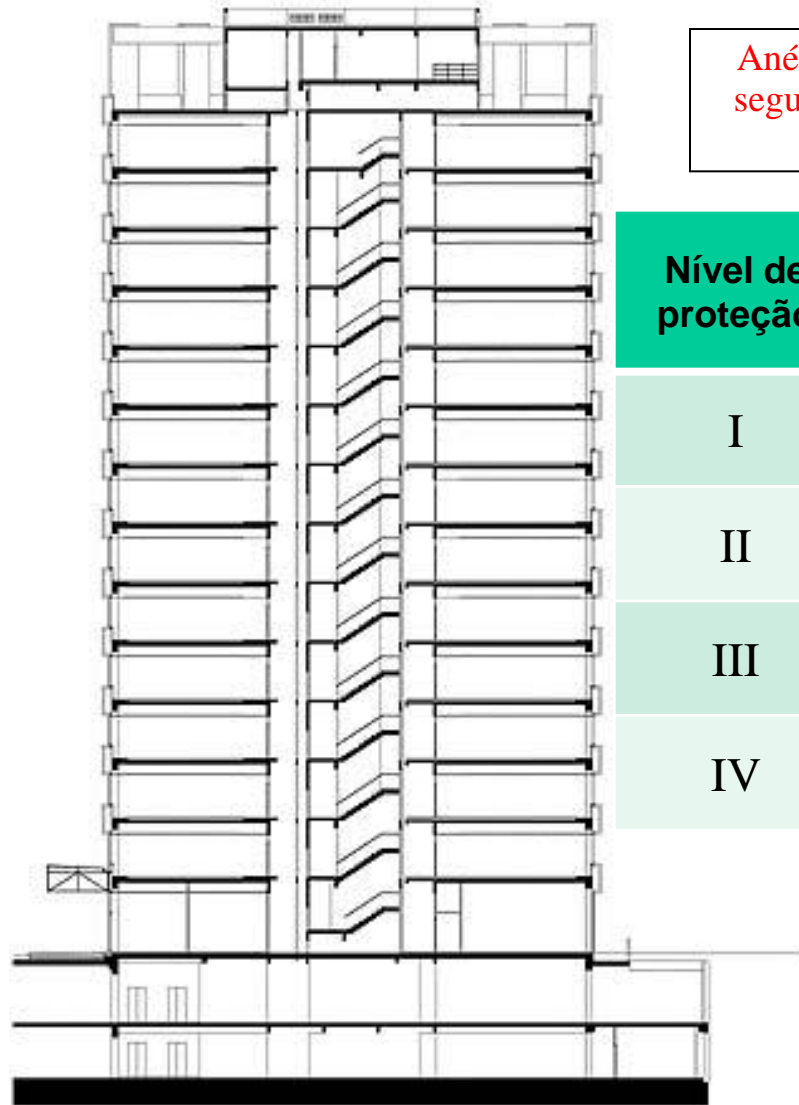
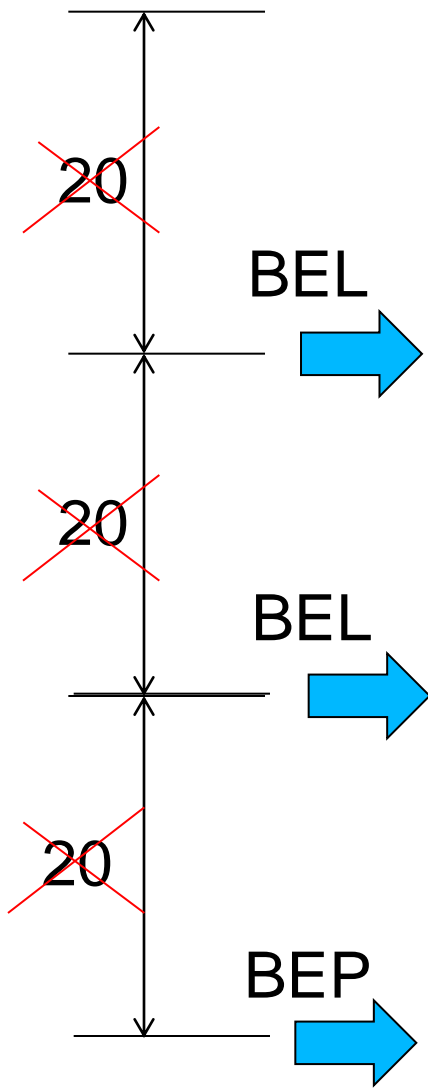
Numero de descidas $n$	$k_c$
1 (somente para SPDA isolado)	1
2	0,66
3 ou mais	0,44

No caso de haver linhas ou partes condutivas externas ligadas à estrutura, é necessário garantir a equipotencialização (através de ligação direta ou via DPS) nos pontos de entrada na estrutura.

Não é exigida distância de segurança em estruturas metálicas ou de concreto com armadura interligada e eletricamente contínua.

O coeficiente  $k_c$  da corrente da descarga atmosférica (na captação ou na descida) depende da classe do SPDA, do número total ( $n$ ) e da posição dos condutores de descida, dos anéis intermediários e do subsistema de aterramento. A distância de segurança necessária depende da queda de tensão do caminho mais curto a partir do ponto onde a mesma deve ser considerada, até o eletrodo de aterramento ou o ponto de equipotencialização mais próximo.

# Anéis horizontais



Anéis de cintamento irão seguir o espaçamento das descidas

Nível de proteção	Espaçamento dos anéis
I	10
II	10
III	15
IV	20



# SPDA ESTRUTURAL (NATURAL)

## F.2.3 Procedimento para medição

### F.2.3.1 Edifício em construção

Se for possível acompanhar a construção do edifício, verificar se as condições previstas para o uso das armaduras de concreto, conforme 5.3.5, foram satisfeitas, registrando, por meio de documento técnico oficial com fotos identificando os locais. Neste caso a primeira verificação não é necessária.

### F.2.3.2 Edifício já construído

Se o edifício já estiver construído e não houver evidências de que as condições previstas para o uso das armaduras de concreto foram satisfeitas, a primeira verificação deve ser realizada conforme contido neste Anexo.

Neste caso, identificar os pilares de concreto que devem ser ensaiados. Em cada um dos pilares, na parte mais alta, próxima à cobertura, e na parte mais baixa, próxima à fundação da edificação, utilizando uma ferramenta adequada, fazer a remoção do cobrimento de concreto com o objetivo de expor a armadura de aço. Essa exposição deve ser realizada de forma a tornar possível a fixação dos conectores terminais dos cabos de ensaio. Antes de conectar estes cabos, limpar o aço para garantir o melhor contato elétrico possível. A Figura F.1 mostra um esquema de medição.

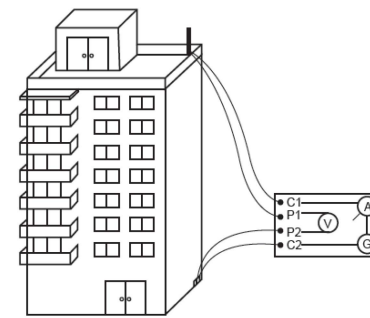


Figura F.1 – Método de medição

A medição deve ser realizada com aparelhos que forneçam corrente elétrica entre 1 A e 10 A, com frequência diferente de 60 Hz e seus múltiplos. Importante notar que a corrente utilizada deve ser suficiente para garantir precisão no resultado sem danificar as armaduras.

No caso da primeira verificação, pode-se admitir que a continuidade das armaduras é aceitável se os valores medidos para trechos semelhantes forem da mesma ordem de grandeza e inferiores a  $1 \Omega$ .

### F.3 Procedimento para verificação final

A verificação final deve ser realizada nos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas que utilizam componentes naturais nas descidas, após a conclusão da instalação do sistema. A medição da resistência deve ser realizada entre a parte mais alta do subsistema de captação e o de aterramento, preferencialmente no BEP. O valor máximo permitido para o ensaio de resistência nesse trecho é de  $0,2 \Omega$ .

A quantidade de pilares a serem utilizados no SPDA deve ser calculada da mesma forma que nos projetos tradicionais (descidas para sistemas convencionais), sendo que é recomendável um número de interligações entre o subsistema de captação e os pilares, no mínimo igual ou preferencialmente o dobro da quantidade de descidas calculada, caso a quantidade de pilares permita.

# **Anexos**

**Anexo A**  
(normativo)

**Posicionamento do subsistema de captação**

**Anexo B**  
(informativo)

**Seção mínima da blindagem do cabo de entrada de modo a evitar centelhamento perigoso**

**Anexo C**  
(informativo)

**Divisão da corrente da descarga atmosférica entre os condutores de descida**

**Anexo D**  
(normativo)

**Informação adicional para SPDA no caso de estruturas com risco de explosão**

**Anexo E**  
(vago)

**Anexo F**  
(normativo)

**Ensaio de continuidade elétrica das armaduras**

