



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA SEGURANÇA PÚBLICA
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR
DIRETORIA DE ATIVIDADES TÉCNICAS – DAT

NORMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

INSTRUÇÃO NORMATIVA (IN 010/DAT/CBMSC)

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Editada em: 28/03/2014

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	- DISPOSIÇÕES INICIAIS	4
Seção I	- Dos objetivos	4
Seção II	- Das referências	5
Seção III	- Das terminologias específicas	5
CAPÍTULO II	- CARACTERÍSTICAS GERAIS	5
CAPÍTULO III	- AVALIAÇÃO DA OBRIGATORIEDADE DE INSTALAÇÃO DO SPDA	6
Seção I	- Generalidades	6
Seção II	- Avaliação do risco de exposição	6
CAPÍTULO IV	- MÉTODOS DE PROTEÇÃO - CONCEITUAÇÃO	9
Seção I	- Ângulo de proteção	10
Subseção I	- Princípio do método	10
Subseção II	- Região Espacial de Proteção	10
Subseção III	- Formas do Captor	10
Seção II	- Condutores em malha	10
Seção III	- Eletrogeométrico	11
CAPÍTULO V	- SISTEMAS DE PROTEÇÃO NÃO ISOLADOS – COMPONENTES ESPECIAIS	11
Seção I	- Captação	11
Subseção I	- Generalidades	12
Subseção II	- Posicionamento	12
Subseção III	- Construção	13
Seção II	- Descidas	13
Subseção I	- Generalidades	13
Subseção II	- Posicionamento das descidas para os SPDA não isolados	13
Subseção III	- Construção das descidas não naturais	14
Seção III	- Aterramento	15
Subseção I	- Generalidades	15
Subseção II	- Eletrodos de aterramento	15
Subseção III	- Instalação	15
CAPÍTULO VI	- SISTEMAS DE PROTEÇÃO NÃO ISOLADOS – COMPONENTES NATURAIS	16
Seção I	- Captação	16
Seção II	- Descidas	17
Subseção I	- Estruturas metálicas	17
Subseção II	- Descida estrutural	18
Subseção III	- Uso opcional de ferragem específica nas descidas em estruturas de concreto armado	19
Subseção IV	- Ensaio de continuidade de armadura	19
Seção III	- Aterramento	19
Subseção I	- Aterramento estrutural	20
Subseção II	- Uso opcional de ferragem específica nas fundações em estruturas de concreto armado	20
CAPÍTULO VII	- FIXAÇÕES E CONECÇÕES DO SPDA	21
Seção I	- Fixações	21

Seção II - Conexões	21
CAPÍTULO VIII - MATERIAIS E DIMENSÕES	22
CAPÍTULO IX - PROTEÇÃO ISOLADA	23
CAPÍTULO X - REQUISITOS COMPLEMENTARES PARA ESTRUTURAS ESPECIAIS	23
Seção I - Chaminés de grande porte	23
Seção II - Estruturas contendo líquidos ou gases inflamáveis	25
Subseção II - Generalidades	25
Subseção II - Proteção de tanques de superfície contendo líquidos inflamáveis à pressão atmosférica	25
Seção III - Antenas externas	26
Seção IV - Aterramento de guindastes/gruas	27
CAPÍTULO XI - EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS	27
Seção I - Generalidades	27
Seção II - Ligação equipotencial das instalações metálicas e das massas (LEP/TAP)	27
CAPÍTULO XII - INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO	29
Seção I - Objetivo das inspeções	29
Seção II - Sequência das inspeções	29
Seção III - Periodicidade das inspeções	30
Seção IV - Documentação técnica	30
CAPÍTULO V - DISPOSIÇÕES FINAIS	31
ANEXOS	
A - Terminologias Específicas	32
B - Detalhes	35

INSTRUÇÃO NORMATIVA (IN 010/DAT/CBMSC)

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Editada em: 28/03/2014

O Comando do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBMSC, no uso das atribuições legais que lhe confere o inciso II do artigo 108 da Constituição Estadual, e ainda o que dispõe a Lei 16.157/13 e o art. 1º do Decreto 1.957/13, considerando as necessidades de adequação e atualização de prescrições normativas, face evoluções tecnológicas e científicas, resolve: editar a presente Instrução Normativa.

CAPÍTULO I DISPOSIÇÕES INICIAIS

Seção I Dos objetivos

Art. 1º Esta Instrução Normativa tem por objetivo estabelecer e padronizar os critérios de concepção, dimensionamento e padrão mínimo de apresentação de projetos de segurança contra incêndios do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPDA, dos processos analisados e fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina – CBMSC.

Art. 2º Faz-se necessário esclarecer que a instalação de um SPDA não assegura a proteção absoluta de uma estrutura, de pessoas e de bens, mas diminui sobremaneira os riscos de danos devidos às descargas atmosféricas.

Art. 3º Esta norma fixa as condições de projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), para proteger as edificações e estruturas definidas no Capítulo X contra a incidência direta dos raios. A proteção se aplica também contra a incidência direta dos raios sobre os equipamentos e pessoas que se encontrem no interior destas edificações e estruturas ou no interior da proteção imposta pelo SPDA instalado.

Art. 4º As prescrições desta norma se aplicam as estruturas especiais previstas no Capítulo X e a todos os tipos de edificações, com exceção das unifamiliares.

Art. 5º Esta instrução normativa não é aplicável a sistemas ferroviários, ao sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica externos às edificações, sistemas de telecomunicação externos às edificações, veículos, aeronaves, navios e plataformas marítimas.

Art. 6º Esta instrução normativa não contempla a proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra interferências eletromagnéticas causadas pelas descargas atmosféricas. Para este tipo de proteção, outro projeto e instalação devem ser contratados com profissional habilitado, sem nenhuma interferência do Corpo de Bombeiros Militar.

Seção II Das referências

Art. 7º A Referência utilizada para confecção desta norma é a NBR 5419/05 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

Seção III Das Terminologias Específicas

Art. 8º Aplicam-se as definições específicas, constantes do Anexo A.

CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS GERAIS

Art. 9º Para locais de “Eventos Transitórios”: ver IN 024/DAT/CBMSC.

Art. 10º Para “Edificações existentes”: ver Instrução Normativa nº 005/DAT/CBMSC.

Art. 11. Para “Postos Revendedores de GLP – PRGLP”: ver Instrução Normativa nº029/DAT/CBMSC.

Art. 12. A execução das instalações de um SPDA deverá ser precedida de projeto preventivo contra incêndio aprovado no CBMSC, contendo todos os elementos necessários ao seu completo entendimento.

Art. 13. Nos projetos deverão constar os captores, as descidas, a localização do aterramento, todas as ligações efetuadas, as características dos materiais a empregar, bem como, as áreas de proteção estabelecidas em plano vertical e horizontal.

Art. 14. O SPDA será exigido:

I - à todas as edificações especiais com riscos inerentes de explosão, como aquelas contendo gases ou líquidos inflamáveis, independente de altura ou área construída.

II - à todas as edificações com altura igual ou superior a 20 metros ou área total construída igual ou superior a 750m², com as seguintes ocupações:

- a) locais de grande afluência de público: shopping center, hospital, centro comercial, rodoviária, aeroporto, cinema, ginásio esportivo, centro de eventos, boates, e outros;
- b) locais que prestam serviços públicos essenciais: subestações, hidrelétricas, estações telefônicas, estações meteorológicas e similares;
- c) edificações de valor histórico ou cultural: museu, biblioteca e congêneres.

III - às demais as edificações com altura igual ou superior a 20 metros ou área total construída igual ou superior a 750m², existem duas possibilidades:

a) Recomenda-se a instalação do sistema para maior proteção da edificação, podendo o proprietário e responsável técnico, de pronto, decidirem pela instalação do sistema.

b) Em não ocorrendo o disposto no item anterior, deverá ser realizado o cálculo do Capítulo III desta IN. Podendo, conseqüentemente, chegar às seguintes soluções:

- 1) Se o N_{dc} for $\geq a 10^{-3}$, o SPDA será exigido.

2) Se $10^{-3} > N_{dc} > 10^{-5}$, o SPDA poderá ser dispensado, necessitando de um requerimento formulado pelo proprietário e responsável técnico, explicando os motivos da não instalação.

3) Se o N_{dc} for \leq a 10^{-5} , o SPDA será dispensado, sem necessidade de requerimento, bastando a apresentação do cálculo feito pelo responsável técnico.

Parágrafo único. A possibilidade de dispensa do SPDA independe se a edificação é nova, antiga ou a construir.

Art. 15. O nível de proteção do SPDA deve ser determinado conforme a tabela 6.

Art. 16. Não são admitidos quaisquer recursos artificiais destinados a aumentar o raio de proteção dos captadores, tais como captadores com formatos especiais, ou de metais de alta condutividade, ou ainda ionizantes, radioativos ou não. Os SPDA que tenham sido instalados com tais captadores devem ser redimensionados e substituídos de modo a atender a esta Norma.

CAPÍTULO III AVALIAÇÃO DA OBRIGATORIEDADE DE INSTALAÇÃO DO SPDA

Seção I Generalidades

Art. 17. Edificações enquadradas nos incisos I e II do art. 14 desta IN devem instalar o SPDA, sem possibilidade de dispensa.

Art. 18. Edificações enquadradas no inciso III do art. 14 desta IN, podem ser objeto de análise para averiguar a necessidade ou não de instalação do sistema.

Art. 19. Este Capítulo apresenta um método para determinar se um SPDA é, ou não, exigido, e qual o nível de proteção aplicável. No entanto, alguns fatores não podem ser avaliados e podem sobrepujar todas as demais considerações. Por exemplo, o fato de que não deve haver qualquer risco de vida evitável, ou de que os ocupantes de uma estrutura devem se sentir sempre seguros, pode determinar a necessidade de um SPDA, mesmo nos casos em que a proteção seria normalmente dispensável. Nestas circunstâncias, deve recomendar-se uma avaliação que considere o risco de exposição (isto é, o risco de a estrutura ser atingida pelo raio), e ainda os seguintes fatores:

I - o tipo de ocupação da estrutura;

II - a natureza de sua construção;

III - o valor de seu conteúdo, ou os efeitos indiretos;

IV - a localização da estrutura;

V - a altura da estrutura.

Seção II Avaliação do risco de exposição

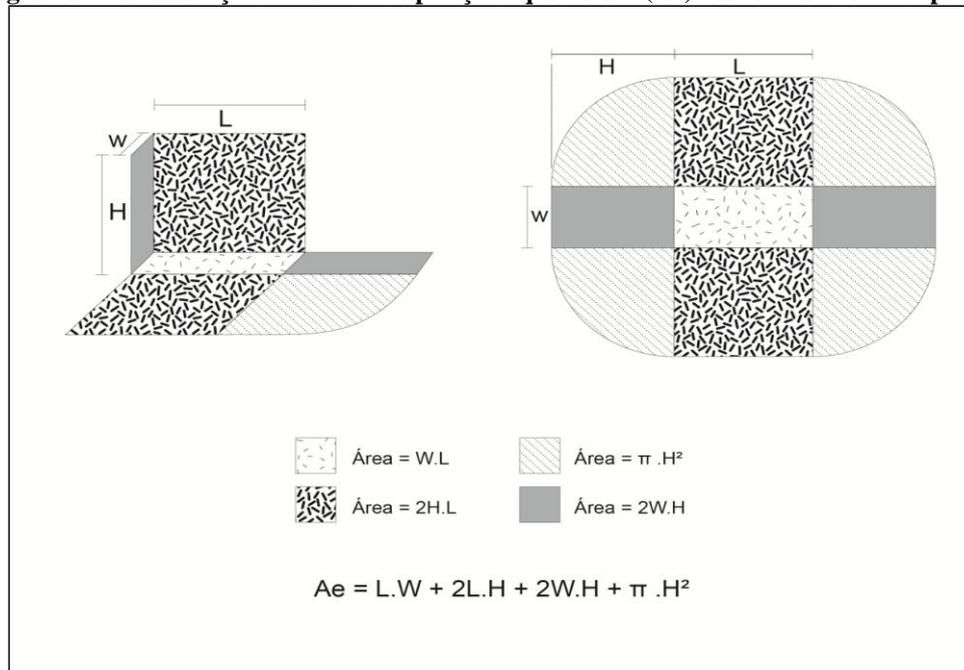
Art. 20. A probabilidade de uma estrutura ser atingida por um raio em um ano é o produto da densidade de descargas atmosféricas para a terra pela área de exposição equivalente da estrutura.

Parágrafo único. A densidade de descargas atmosféricas para a terra (N_g) é o número de raios para a terra por quilômetros quadrados por ano. Padronizamos o valor de (N_g), através da tabela fornecida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que contém o índice de densidade de descargas atmosféricas, por quilômetro quadrado, por ano e por município de Santa Catarina. Este índice deve ser pesquisado com base na tabela atualizada fornecida pelo INPE no [site http://www.inpe.br/webelat/homepage/](http://www.inpe.br/webelat/homepage/).

Art. 21. A área de exposição equivalente (A_e) é a área, em metros quadrados, do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado. Assim, para uma estrutura retangular simples de comprimento L , largura W e altura H , a área de exposição equivalente tem um comprimento $L + 2H$ e uma largura $W + 2H$, com quatro cantos arredondados formados por segmentos de círculo de raio H , em metros. Então, conforme a figura 1, resulta:

$$A_e = LW + 2LH + 2WH + \pi .H^2 \text{ [m}^2\text{]}$$

Figura 1 — Delimitação da área de exposição equivalente (A_e) - Estrutura vista de planta



Art. 22. A frequência média anual previsível N_d de descargas atmosféricas sobre uma estrutura é dada por:

$$N_d = N_g . A_e . 10^{-6} \text{ [por ano]}$$

Art. 23. Para a frequência média anual admissível de danos N_c , valem os seguintes limites, reconhecidos internacionalmente:

I - riscos maiores que 10^{-3} (isto é, 1 em 1 000) por ano são considerados inaceitáveis;

II - riscos menores que 10^{-5} (isto é, 1 em 100 000) por ano são, em geral, considerados aceitáveis.

Art. 24. Para a avaliação geral de risco, depois de determinado o valor de N_d , que é o número provável de raios que anualmente atingem uma estrutura, o passo seguinte é a aplicação dos fatores de ponderação indicados nas tabelas 1 a 5. Multiplica-se o valor de N_d pelos fatores

pertinentes, obtendo-se N_{dc} . Compara-se N_{dc} com a frequência admissível de danos N_c , conforme o seguinte critério:

I - se $N_{dc} \geq 10^{-3}$, a estrutura requer um SPDA;

II - se $10^{-3} > N_{dc} > 10^{-5}$, a conveniência de um SPDA deve ser tecnicamente justificada e decidida por acordo entre projetista e usuário;

III - se $N_{dc} \leq 10^{-5}$, a estrutura dispensa um SPDA.

Art. 25. A tabela 6 mostra a classificação de diversos tipos de estruturas comuns e especiais, com o respectivo nível de proteção. A partir do valor ponderado de N_{dc} e do nível de proteção indicado para o tipo de estrutura, a figura B.3 permite determinar o fator de risco resultante.

Art. 26. Os fatores de ponderação denotam a importância relativa do risco em cada caso. Na tabela 3, o termo “efeitos indiretos” refere-se não apenas aos danos materiais sobre a estrutura, mas também à interrupção de serviços essenciais de qualquer natureza, principalmente em hospitais.

Art. 27. O risco de vida é geralmente muito baixo, mas as descargas atmosféricas podem causar pânico e incêndios.

Art. 28. Para estruturas destinadas a atividades múltiplas, deve ser aplicado o fator de ponderação A correspondente ao caso mais severo.

Tabela 1 – Fator A: Tipo de ocupação da estrutura

Tipo de ocupação	Fator A
Casas e outras estruturas de porte equivalente	0,3
Casas e outras estruturas de porte equivalente com antena externa ¹⁾	0,7
Fábricas, oficinas e laboratórios	1,0
Edifícios de escritório, hotéis e apartamentos, e outros edifícios residenciais não incluídos abaixo	1,2
Locais de afluência de público (por exemplo: igrejas, pavilhões, teatros, museus, exposições, lojas de departamento, correios, estações e aeroportos, estádios de esportes)	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, estruturas de múltiplas atividades	1,7
¹⁾ Para requisitos para instalação de antenas, ver art 135-137.	

Tabela 2 – Fator B: Tipo de construção da estrutura

Tipo de ocupação	Fator B
Estrutura de aço revestida, com cobertura não-metálica ¹⁾	0,2
Estrutura de concreto armado, com cobertura não-metálica	0,4
Estrutura de aço revestida, ou de concreto armado, com cobertura metálica	0,8
Estrutura de alvenaria ou concreto simples, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1,0
Estrutura de madeira, ou revestida de madeira, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1,4
Estrutura de madeira, alvenaria ou concreto simples, com cobertura metálica	1,7
Qualquer estrutura com teto de palha	2,0
¹⁾ Estruturas de metal aparente que sejam contínuas até o nível do solo estão excluídas desta tabela, porque requerem apenas um subsistema de aterramento.	

Tabela 3 – Fator C: Conteúdo da estrutura e efeitos indiretos das descargas atmosféricas

Conteúdo da estrutura ou efeitos indiretos	Fator C
Residências comuns, edifícios de escritórios, fábricas e oficinas que não contenham objetos de valor ou particularmente suscetíveis a danos	0,3
Estruturas industriais e agrícolas contendo objetos particularmente suscetíveis a danos ¹⁾	0,8
Subestações de energia elétrica, usinas de gás, centrais telefônicas, estações de rádio	1,0
Indústrias estratégicas, monumentos antigos e prédios históricos, museus, galerias de arte e outras estruturas com objetos de valor especial	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, locais de afluência de público	1,7
¹⁾ Instalação de alto valor ou materiais vulneráveis a incêndios e às suas conseqüências.	

Tabela 4 – Fator D: Localização da estrutura

Localização	Fator D
Estrutura localizada em uma grande área contendo estruturas ou árvores da mesma altura ou mais altas (por exemplo: em grandes cidades ou em florestas)	0,4
Estrutura localizada em uma área contendo poucas estruturas ou árvores de altura similar	1,0
Estrutura completamente isolada, ou que ultrapassa, no mínimo, duas vezes a altura de estruturas ou árvores próximas	2,0

Tabela 5 – Fator E: Topografia da região

Topografia	Fator E
Planície	0,3
Elevações moderadas, colinas	1,0
Montanhas entre 300m e 900m	1,3
Montanhas acima de 900m	1,7

Tabela 6 – Exemplos de classificação de estruturas

Classificação da estrutura	Tipo da estrutura	Efeitos das descargas atmosféricas	Nível de proteção
Estruturas comuns ¹⁾	Residências	Perfuração da isolação de instalações elétricas, incêndio, e danos materiais. Danos normalmente limitados a objetos no ponto de impacto ou no caminho do raio.	III
	Fazendas, estabelecimentos agropecuários	Risco direto de incêndio e tensões de passo perigosas. Risco indireto devido à interrupção de energia e risco de vida para animais devido à perda de controles eletrônicos, ventilação, suprimento de alimentação e outros.	(2) III ou IV
	Teatros, escolas, lojas de departamentos, áreas esportivas e igrejas	Danos às instalações elétricas (por exemplo: iluminação) e possibilidade de pânico. Falha do sistema de alarme contra incêndio, causando atraso no socorro.	II
	Bancos, companhias de seguro, companhias comerciais, e outros	Como acima, além de efeitos indiretos com a perda de comunicações, falhas dos computadores e perda de dados.	II
	Hospitais, casa de repouso e prisões	Como para escolas, além de efeitos indiretos para pessoas em tratamento intensivo e dificuldades de resgate de pessoas imobilizadas.	II
	Indústrias	Efeitos indiretos conforme o conteúdo das estruturas, variando de danos pequenos a prejuízos inaceitáveis e perda de produção.	III
	Museus, locais arqueológicos	Perda de patrimônio cultural insubstituível.	II
Estruturas com risco confinado	Estações de telecomunicação, usinas elétricas Indústrias	Interrupção inaceitável de serviços públicos por breve ou longo período de tempo. Risco indireto para as imediações devido a incêndios, e outros com risco de incêndio.	I
Estruturas com risco para os arredores	Refinarias, postos de combustível, fábricas de fogos, fábricas de munição	Risco de incêndio e explosão para a instalação e seus arredores.	I
Estruturas com risco para o meio ambiente	Indústrias químicas, usinas nucleares, laboratórios bioquímicos	Risco de incêndio e falhas de operação, com consequências perigosas para o local e para o meio ambiente.	I

¹⁾ ETI (equipamentos de tecnologia da informação) podem ser instalados em todos os tipos de estruturas, inclusive estruturas comuns. É impraticável a proteção total contra danos causados pelos raios dentro destas estruturas; não obstante, devem ser tomadas medidas (conforme a NBR 5410) de modo a limitar os prejuízos a níveis aceitáveis;

²⁾ Estruturas de madeira: nível III; estruturas nível IV. Estruturas contendo produtos agrícolas potencialmente combustíveis (pós de grãos) sujeitos a explosão são considerados com risco para arredores.

CAPÍTULO IV MÉTODOS DE PROTEÇÃO - CONCEITUAÇÃO

Art. 29. Em um projeto de SPDA, podem-se utilizar os seguintes métodos, conforme o caso:

I - ângulo de proteção (método Franklin); e/ou

II - condutores em malha (gaiola de Faraday ou método Faraday); e/ou

III - eletrogeométrico (esfera rolante ou fictícia).

Seção I Ângulo de proteção

Subseção I Princípio do método

Art. 30. Este método tem por base um elemento metálico elevado (como uma haste ou um cabo), o qual produz, sob a nuvem carregada, uma alta concentração de cargas elétricas, juntamente com um campo elétrico intenso. Isto produz a ionização do ar, diminuindo a altura efetiva da nuvem carregada, o que propicia o raio através do rompimento da rigidez dielétrica da camada de ar.

Subseção II Região Espacial de Proteção

Art. 31. A região espacial de proteção é a zona protegida pelo pára-raio, isto é, se o raio cair nessa zona ele preferirá o caminho através do pára-raio.

Parágrafo único. O volume a ser protegido por uma haste vertical é o de um cone, obtido pela rotação de um triângulo retângulo.

Art. 32. O ângulo de um cone de proteção depende da altura e do grau de proteção pretendido.

Parágrafo único. No entanto, a proteção não é a mesma, independentemente da altura, pois há limites para a altura da edificação ou estrutura a ser protegida, dependendo do nível de proteção exigido.

Subseção III Formas do Captor

Art. 33. Para efeitos desta norma, a diferença de desempenho que possa existir, em relação a forma do captor é desprezível, portanto será desconsiderada.

Seção II Condutores em malha

Art. 34. A gaiola de Faraday ou método Faraday é uma proteção bastante eficaz, sendo a mais utilizada na maior parte do mundo.

Art. 35. O método de condutores em malha é constituído por condutores horizontais ou inclinados, em forma de anéis, formando uma malha ou gaiola apoiada sobre a estrutura envolvendo todos os lados a proteger. Esses condutores devem estar interligados na borda superior da estrutura e na terra, formando um anel superior e um anel inferior.

Art. 36. Neste método não se admite deixar partes da edificação de fora da proteção e nem tão pouco deixar de executar o anel de terra, já que sem ele não haverá a “gaiola” protegendo toda a edificação.

Seção III Eletrogeométrico

Art. 37. O modelo eletrogeométrico, também conhecido como esfera rolante ou fictícia, serve para delimitar o volume de proteção dos captosres de um SPDA, sejam eles constituídos de hastes, cabos, elementos estruturais ou de uma combinação de ambos. Este é um método concebido a partir do mecanismo de formação das descargas.

Art. 38. Nas descargas negativas nuvem/terra, que são as mais frequentes (cerca de 99%), o raio é precedido por um canal ionizado descendente (líder), que se desloca no espaço em saltos sucessivos de algumas dezenas de metros. À medida que avança, o líder induz na superfície da terra uma carga elétrica crescente de sinal contrário. Com a aproximação do líder, o campo elétrico na terra torna-se suficientemente intenso para dar origem a um líder ascendente (receptor), que parte em direção ao primeiro. O encontro de ambos estabelece o caminho da corrente do raio (corrente de retorno), que então se descarrega através do canal ionizado.

Art. 39. O raio atinge o solo ou uma estrutura no local de onde partiu o líder ascendente e, como este se origina no ponto onde o campo elétrico é mais intenso, o trajeto do raio não é necessariamente vertical. Isto fica evidente quando estruturas altas são atingidas lateralmente pelos raios, não obstante estarem protegidas por captosres no topo.

Art. 40. Os pontos de maior intensidade de campo elétrico no solo e nas estruturas são geralmente aqueles mais próximos da extremidade do líder descendente. Portanto, a superfície de uma esfera com centro na extremidade do líder e raio igual ao comprimento dos “saltos” antes do seu último salto é o lugar geométrico dos pontos a serem atingidos pela descarga. Estes pontos podem então ser simulados por uma (semi) esfera fictícia, cujo raio seja igual ao comprimento do último trecho a ser vencido pelo líder descendente.

Art. 41. A distância entre o ponto de partida do líder ascendente e a extremidade do líder descendente é o parâmetro utilizado para posicionar os captosres segundo o modelo eletrogeométrico.

Art. 42. A aplicação do método eletrogeométrico se dá através da tabela 7, que estabelece os valores dos raios da esfera, dependendo do nível de proteção exigido.

CAPÍTULO V SISTEMAS DE PROTEÇÃO NÃO ISOLADOS – COMPONENTES ESPECIAIS

Seção I Captação

Subseção I Generalidades

Art. 43. A probabilidade de penetração de uma descarga atmosférica no volume a proteger é consideravelmente reduzida pela presença de um subsistema de captação corretamente projetado.

Art. 44. Os captosres podem ser constituídos por uma combinação qualquer dos seguintes elementos:

- I - hastes;
- II - cabos esticados;
- III - condutores em malha;
- IV - elementos naturais.

Subseção II Posicionamento

Art. 45. Para o correto posicionamento dos captosres, atender os requisitos da tabela 7.

Tabela 7 — Posicionamento de captosres conforme o nível de proteção

		Ângulo de proteção (α) – método Franklin, em função da altura do captor (H) e do nível de proteção (ver nota 1)					Largura do módulo da malha (m) (ver nota 2)
		0-20m	21m - 30m	31 - 45m	46 - 60m	> 60m	
Nível de proteção	H (m) R (m)						
I	20	25°	1)	1)	1)	2)	5
II	30	35°	25°	1)	1)	2)	10
III	45	45°	35°	25°	1)	2)	10
IV	60	55°	45°	35°	25°	2)	20

R = raio da esfera rolante.

1) Aplicam-se somente os métodos eletrogeométrico ou gaiola de Faraday.

2) Aplica-se somente o método da gaiola de Faraday.

NOTAS

1 Para escolha do nível de proteção, a altura é em relação ao solo e, para verificação da área protegida, é em relação ao plano horizontal a ser protegido.

2 O módulo da malha deverá constituir um anel fechado, com o comprimento não superior ao dobro da sua largura.

Art. 46. No projeto dos captosres, podem-se utilizar todos os métodos previstos no art. 29 desta IN.

Parágrafo único. Captosres em malha consistem em uma rede de condutores dispostos no plano horizontal ou inclinado sobre o volume a proteger, sendo que Gaiolas de Faraday são formadas por uma rede de condutores envolvendo todos os lados do volume a proteger.

Subseção II Construção

Art. 47. Para um SPDA não isolado do volume a proteger, o subsistema captor pode ser instalado diretamente sobre o teto ou a uma pequena distância, desde que a corrente de descarga não possa causar qualquer dano, o que pode ocorrer se o material for inflamável.

Art. 48. No topo das estruturas, em especial naquelas com altura superior a 10m, recomenda-se instalar um captor em forma de anel, disposto ao longo de todo perímetro.

Parágrafo único. Este captor não deve estar situado a mais de 50cm da borda do perímetro superior da edificação. Esta recomendação é suplementar e não exclui a necessidade de outros captores, quando determinada pelo projeto.

Seção II Descidas

Subseção I Generalidades

Art. 49. Em construções de alvenaria, ou de qualquer tipo sem armadura metálica interligada, deverá ser implantado um SPDA com descidas externas, que podem ser embutidas.

Art. 50. Para diminuir o risco de centelhamento perigoso, os condutores de descida devem ser dispostos de modo que:

- I - a corrente percorra diversos condutores em paralelo;
- II - o comprimento desses condutores seja o menor possível.

Subseção II Posicionamento das descidas para os SPDA não isolados

Art. 51. Os condutores de descida devem ser distribuídos em torno da estrutura, respeitando os espaçamentos médios indicados na tabela 8, devendo haver no mínimos duas descidas.

Tabela 8 — Espaçamento médio dos condutores de descida não naturais conforme o nível de proteção

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

§ 1º A distância média entre condutores de descida está relacionada com a distância de segurança. Se os espaçamentos médios forem maiores que os especificados na tabela 2, as distâncias de segurança podem resultar consideravelmente aumentadas.

§ 2º Os condutores de descida devem ser, na medida do possível, espaçados regularmente em todo o perímetro, devendo ser instalado, sempre que possível, um condutor de descida em cada vértice da estrutura.

§ 3º Em estruturas cobrindo grandes áreas com larguras superiores a 40m, são necessários condutores de descida no interior do volume a proteger (requisito que será naturalmente atendido no caso de estruturas metálicas ou com armaduras de aço interligadas).

Art. 52. Nas descidas não naturais os condutores devem ser interligados por meio de condutores horizontais, formando anéis, sendo o primeiro o anel de aterramento e os demais a cada 20m de altura.

Parágrafo único. Na impossibilidade da execução do anel de aterramento este pode ser feito até no máximo 4m do solo.

Art. 53. Os condutores de descida devem ser instalados a uma distância mínima de 50cm de portas, janelas e outras aberturas.

Art. 54. Condutores de descida em alumínio, mesmo com capa isolante, não devem ser instalados dentro de calhas ou tubos de águas pluviais, para evitar problemas de corrosão.

Art. 55. A instalação dos condutores de descida deve levar em consideração o material da parede onde os mesmos serão fixados:

I - se a parede for de material não inflamável, os condutores de descida podem ser instalados na sua superfície ou embutidos na mesma;

II - se a parede for de material inflamável e a elevação de temperatura causada pela passagem da corrente de descarga atmosférica não resultar em risco para este material, os condutores de descida podem ser instalados na sua superfície;

III - se a parede for de material inflamável e a elevação de temperatura dos condutores de descida resultar em risco para este material, a distância entre os condutores e o volume a proteger deve ser de no mínimo 10cm (os suportes metálicos dos condutores de descida podem estar em contato com a parede).

Subseção III

Construção das descidas não naturais

Art. 56. As descidas devem constituir, tanto quanto possível, o trajeto mais curto da captação ao aterramento, evitando-se a formação de laços.

Art. 57. Não são admitidas emendas nos cabos utilizados como condutores de descida, exceto na interligação entre o condutor de descida e o condutor do aterramento, onde deverá ser utilizado um conector de medição.

Parágrafo único. O conector de medição deve ser instalado próximo do ponto de ligação ao eletrodo de aterramento, sendo que a conexão deve ser desmontável por meio de ferramenta, para efeito de medições elétricas, mas deve permanecer normalmente fechada.

Art. 58. Os cabos de descida devem ser protegidos contra danos mecânicos até, no mínimo, 2,5m acima do nível do solo, devendo ser esta proteção por eletroduto rígido de PVC ou metálico sendo que, neste último caso, o cabo de descida deve ser conectado às extremidades superior e inferior do eletroduto.

Seção III Aterramento

Subseção I Generalidades

Art. 59. Para garantir o melhor funcionamento do sistema de aterramento, este deve ser projetado de modo a evitar ocorrência de sobretensões. O nível de resistividade do solo deve ser de no máximo 10Ω para edificações em geral e de no máximo 1Ω para edificações ou estruturas com risco de explosão, como depósito de explosivos ou inflamáveis, comércio de combustíveis, entre outros.

Parágrafo único. Nos casos onde não for possível atingir os valores adequados de resistividade, os profissionais deverão adotar soluções técnicas que reduzam a resistividade do solo, que serão apreciadas por meio de consulta técnica no CBMSC e em último caso, podem ser aceitos valores próximos dos exigidos, com justificativa técnica colocada em projeto.

Art. 60. Sistemas de aterramento distintos devem ser interligados através de uma ligação equipotencial de baixa impedância.

Subseção II Eletrodos de aterramento

Art. 61. Os eletrodos de aterramento que podem ser utilizados são dos seguintes tipos:

- I - condutores em anel;
- II - hastes verticais ou inclinadas;
- III - condutores horizontais radiais.

Art. 62. Devem ser instalados vários eletrodos adequadamente distribuídos. As dimensões mínimas de cada haste é de $5/8''$ (16mm) x 2,44 m.

§ 1º Para cada descida, deve haver no mínimo uma haste.

§ 2º No caso de um subsistema de aterramento não interligado por um anel de terra, em cada descida devem ser instaladas três hastes.

§ 3º Se houver um anel de terra, em cada descida poderá ser instalada somente uma haste.

Subseção III Instalação

Art. 63. Os eletrodos de aterramento preferencialmente devem ser instalados externos ao volume a proteger. Exceto nos casos em que for possível deixar as caixas de inspeção acessíveis internamente, como pode ocorrer em barracões, garagens e similares.

Art. 64. Eletrodos de aterramento formados de condutores em anel, ou condutores horizontais radiais, devem ser instalados a uma profundidade mínima de 50cm. Nos eletrodos radiais, o ângulo entre dois condutores adjacentes não deve ser inferior a 60° .

Art. 65. Hastes de aterramento verticais (ou inclinadas), instaladas em paralelo, devem ser, quando possível uniformemente, distribuídas no perímetro da estrutura, espaçadas pelo menos 3m entre si.

Art. 66. Em cada haste de aterramento deve ser instalada uma caixa de inspeção, em concreto ou manilhas de grés, com tampa nas dimensões mínimas de 30 x 30cm, sem revestimento na parte inferior.

§ 1º Admite-se que em um conjunto de três hastes de aterramento (nos casos de ausência de anel de terra), exista apenas uma caixa de inspeção, desde que o piso não seja pavimentado e no caso de necessidade de manutenção as demais hastes sejam facilmente acessadas escavando o solo.

§ 2º Em hipótese alguma uma caixa de inspeção poderá ser tampada por qualquer tipo de pavimentação ou mesmo qualquer objeto que impeça ou dificulte a sua abertura.

CAPÍTULO VI SISTEMAS DE PROTEÇÃO NÃO ISOLADOS – COMPONENTES NATURAIS

Seção I Captação

Art. 67. Quaisquer elementos condutores expostos, isto é, que do ponto de vista físico possam ser atingidos pelos raios, devem ser considerados como parte do SPDA.

Art. 68. Os elementos condutores expostos devem ser analisados para certificar se as suas características são compatíveis com os critérios estabelecidos para elementos captadores, podendo-se citar como exemplo de elementos metálicos geralmente encontrados:

I - coberturas metálicas sobre o volume a proteger;

II - mastros ou outros elementos condutores salientes nas coberturas;

III - rufos e/ou calhas periféricas de recolhimento de águas pluviais;

IV - estruturas metálicas de suporte de envidraçados, para fachadas, acima de 60m do solo ou de uma superfície horizontal circundante;

V - guarda-corpos, ou outros elementos condutores expostos, para fachadas, acima de 60m da superfície horizontal circundante;

VI - tubos e tanques metálicos construídos em material de espessura igual ou superior à indicada na tabela 10.

Art. 69. Elementos condutores expostos que não possam suportar o impacto direto do raio devem ser colocados dentro da zona de proteção de captadores específicos, integrados ao SPDA.

Art. 70. As condições a que devem satisfazer os captadores naturais são as seguintes:

I - a espessura do elemento metálico não deve ser inferior a 0,5mm ou conforme indicado na tabela 10, quando for necessário prevenir contra perfurações ou pontos quentes no volume a proteger;

II - a espessura do elemento metálico pode ser inferior a 2,5mm, quando não for importante prevenir contra perfurações ou ignição de materiais combustíveis no volume a proteger;

III - o elemento metálico não deve ser revestido de material isolante (não se considera isolante uma camada de pintura de proteção, ou 0,5mm de asfalto, ou 1mm de PVC);

IV - a continuidade elétrica entre as diversas partes deve ser executada de modo que assegure durabilidade;

V - os elementos não-metálicos acima ou sobre o elemento metálico podem ser excluídos do volume a proteger (em telhas de fibrocimento, por exemplo, o impacto do raio ocorre habitualmente sobre os elementos metálicos de fixação).

Art. 71. No caso de utilização de descidas estruturais (com utilização das armaduras de aço interligadas das estruturas de concreto armado), o subsistema de captação (especial e/ou natural) terá que ser instalado acima do volume a proteger de modo a proporcionar a captação do sistema, ou seja, a última laje da edificação não pode ser considerada como captor.

Seção II Descidas

Subseção I Estruturas metálicas

Art. 72. Estruturas metálicas de torres, postes e mastros, assim como as armaduras de aço interligadas de postes de concreto, constituem descidas naturais até a base das mesmas, dispensando a necessidade de condutores de descida paralelos ao longo da sua extensão.

Art. 73. Os pilares metálicos da estrutura podem ser utilizados como condutores de descida naturais.

Art. 74. Os elementos da fachada (perfis e suportes metálicos) poderão ser utilizados como condutores de descidas naturais, desde que suas seções sejam no mínimo iguais às especificadas para os condutores de descida conforme tabela 9 e com a sua continuidade elétrica no sentido vertical no mínimo equivalente.

Art. 75. As instalações metálicas da estrutura podem ser consideradas condutores de descida naturais (inclusive quando revestidas por material isolante), desde que suas seções sejam no mínimo iguais às especificadas para condutores de descida na tabela 9 e com continuidade elétrica no sentido vertical no mínimo equivalente.

Parágrafo único. Tubulações metálicas (exceto gás) podem ser admitidas como condutores de descida, desde que seu trajeto satisfaça às prescrições do art. 55 e que sua continuidade não possa ser afetada por modificações posteriores ou por serviços de manutenção.

Art. 76. São aceitos como captos de descargas laterais elementos condutores expostos, naturais ou não, desde que se encontrem aterrados ou interligados, com espaçamento horizontal não superior a 6 m, mantendo-se o espaçamento máximo vertical de 20m.

Subseção II Descida estrutural

Art. 77. As armaduras de aço interligadas das estruturas de concreto armado podem ser consideradas condutores de descida naturais, desde que:

I - cerca de 50% dos cruzamentos de barras da armadura, incluindo os estribos, estejam firmemente amarradas com arame de aço torcido e as barras na região de trespasse apresentem comprimento de sobreposição de no mínimo 20 diâmetros, igualmente amarradas com arame de aço torcido, ou soldadas, ou interligadas por conexão mecânica adequada;

II - em alternativa, sejam embutidos na estrutura condutores de descida específicos, com continuidade elétrica assegurada por solda ou por conexão mecânica adequada, e interligadas às armaduras de aço para equalização de potencial (ver subseção III a seguir);

III - em construções de concreto pré-moldado, seja assegurada a continuidade elétrica da armadura de aço de cada elemento, bem como entre os elementos adjacentes de concreto pré-moldado.

Parágrafo único. Esta forma de escoamento de raios, pressupõe que a energia será dividida e distribuída por toda a estrutura de concreto armado até chegar ao solo, portanto, todos os seus elementos estruturais, como pilares, vigas e lajes farão parte da descida e deverão ser interligados conforme prevê este artigo. Não se pode, por isso, eleger alguns elementos (como pilares), descartando-se outros, pois, em tese, todos deverão estar interligados pela estrutura de concreto armado.

Art. 78. Em construções com concreto protendido, os cabos sujeitos a protensão, como nas telhas de concreto protendido, não podem fazer parte do sistema de escoamento de corrente de descarga atmosférica.

Parágrafo único. As armaduras dos pilares (que nunca são protendidas) e as armaduras passivas (que sempre existem nas lajes com elementos protendidos) podem ser utilizadas sem restrição como parte do SPDA.

Art. 79. Para as edificações de concreto armado existentes poderá ser implantado um SPDA com descidas externas ou, opcionalmente, poderão ser utilizadas como descidas as armaduras do concreto.

§ 1º Neste último caso devem ser realizados testes de continuidade e estes devem resultar em resistências medidas inferiores a 1Ω .

§2º As medições deverão ser realizadas entre o topo e base de alguns pilares e também entre as armaduras de pilares diferentes, para averiguar a continuidade através de vigas e lajes.

§3º As medições poderão ser realizadas conforme Art. 85-88.

Art. 80. Os anéis horizontais externos não são necessários quando se utiliza a descida estrutural, desde que se admitam danos no revestimento das estruturas no ponto de impacto do raio.

Art. 81. As equalizações de potenciais internos à estrutura seguem o mesmo critério do sistema externo. Isto significa que, próximo ao solo e, no máximo, a cada 20m de altura, a armadura

dos elementos estruturais local (pilar, viga e laje do pavimento) deve ser interligada à equalização interna.

Subseção III

Uso opcional de ferragem específica nas descidas em estruturas de concreto armado

Art. 82. A ferragem específica (condutor de descida adicional) não é obrigatória, porém, quando for usada, deverá ser instalado um condutor adicional (cabo de aço galvanizado, barra chata ou redonda de aço) em cada pilar estrutural, paralelamente às barras estruturais e amarrado com arame nos cruzamentos com os estribos para assegurar a equipotencialização.

Parágrafo único. Para esta opção vale também o estabelecido no parágrafo único do art. 77. Isso significa que não se pode eleger alguns pilares para servirem como descidas, ou seja, em todos os pilares estruturais serão instalados os condutores adicionais.

Art. 83. Nos locais onde haja deslocamento da posição dos pilares, ao mudar de laje, bem como quando houver redução da seção dos pilares, o condutor adicional deverá ser encaminhado de modo a garantir a continuidade elétrica.

Art. 84. Armaduras de aço dos pilares, lajes e vigas devem ter cerca de 50% de seus cruzamentos firmemente amarrados com arame recozido ou soldados. As barras horizontais das vigas externas devem ser soldadas, ou sobrepostas por no mínimo 20 vezes o seu diâmetro, firmemente amarradas com arame recozido, de forma a garantir a equalização de potenciais da estrutura.

Subseção IV

Ensaio de continuidade de armaduras

Art. 85. A continuidade elétrica das armaduras de um edifício deve ser determinada medindo-se com o instrumento adequado a resistência ôhmica entre a parte superior e a parte inferior da estrutura, procedendo a diversas medições entre pontos diferentes.

Parágrafo único. Se os valores medidos forem da mesma ordem de grandeza e inferiores a 1Ω , pode ser admitido que a continuidade das armaduras é aceitável.

Art. 86. O instrumento adequado para medir a resistência deve injetar uma corrente de 1A ou superior entre os pontos extremos da armadura sob ensaio, sendo capaz de, ao mesmo tempo que injeta essa corrente, medir a queda de tensão entre esses pontos.

Art. 87. Considerando que o afastamento dos pontos onde se faz a injeção de corrente pode ser de várias dezenas de metros, o sistema de medida deve utilizar a configuração de quatro fios, sendo dois para corrente e dois para potencial, evitando assim o erro provocado pela resistência própria dos cabos de ensaio e de seus respectivos contatos.

Art. 88. 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 representativos.

Seção III Aterramento

Subseção I Aterramento estrutural

Art. 89. O aterramento também pode ser natural, ou seja, pelas fundações, utilizando-se as armaduras de aço das fundações, desde que satisfaçam às seguintes prescrições do Capítulo VIII desta IN, nas seguintes condições:

I - as armaduras de aço das estacas, dos blocos de fundação e das vigas baldrame devem ser firmemente amarradas com arame recozido em cerca de 50% de seus cruzamentos ou soldadas. As barras horizontais devem ser sobrepostas por no mínimo 20 vezes o seu diâmetro, e firmemente amarradas com arame recozido ou soldadas;

II - em fundação de alvenaria pode servir como eletrodo de aterramento, pela fundação, uma barra de aço de construção, com diâmetro mínimo de 8mm, ou uma fita de aço de 25mm x 4mm, disposta com a largura na posição vertical, formando um anel em todo o perímetro da estrutura. A camada de concreto que envolve estes eletrodos deve ter uma espessura mínima de 5cm;

III - as armaduras de aço das fundações devem ser interligadas com as armaduras de aço dos pilares da estrutura, utilizados como condutores de descida naturais, de modo a assegurar continuidade elétrica equivalente a 1Ω ;

IV - o eletrodo de aterramento natural assim constituído deve ser conectado à ligação equipotencial principal da edificação, através de uma barra de aço com diâmetro mínimo de 8mm ou uma fita de aço de 25mm x 4mm. Em alternativa, a ligação equipotencial principal deve simplesmente ser aterrada a uma armação de concreto armado próxima, quando estas são constituintes do SPDA;

V - no caso de se utilizarem as armaduras como constituintes do SPDA, sempre que possível, deve ser prevista a avaliação do aterramento da edificação, por injeção de corrente através da terra, entre a barra TAP, desligada da alimentação exterior, e um eletrodo externo ao edifício;

VI - além da verificação do aterramento, se a execução da construção não tiver sido acompanhada pelo responsável pelo aterramento, deverá fazer-se a verificação da continuidade elétrica das armaduras, por injeção de corrente entre pontos afastados tanto na vertical como na horizontal. Os valores de impedância medidos costumam situar-se entre alguns centésimos e poucos décimos de ohm, respeitando o valor máximo de 1Ω .

Subseção II

Uso opcional de ferragem específica nas fundações em estruturas de concreto armado

Art. 90. Para as edificações novas, em concreto armado, onde a fundação ainda não foi iniciada, pode (pois o uso de ferragem específica não é obrigatória) ser instalado um condutor adicional de aço comum ou galvanizado a fogo, dentro da estrutura, de modo a garantir a continuidade desde as fundações até o topo do prédio.

Parágrafo único. Para as edificações onde a fundação já foi iniciada, não é possível utilizar aterramento estrutural.

Art. 91. O condutor adicional deverá ser instalado dentro das fundações, atravessar os blocos de fundação e entrar nos pilares de concreto.

Art. 92. Os condutores deverão ser emendados por conectores de aperto, solda elétrica ou exotérmica, desde que executada de forma duradoura, obedecendo (quando amarradas com arame de aço recozido ou conectores) a um trespasse de 20 diâmetros da barra.

Art. 93. Em fundação rasa (por exemplo: sapatas) os condutores adicionais devem ser instalados nas vigas baldramas de modo a melhorar a condição de drenagem e o contato com o solo.

CAPÍTULO VII FIXAÇÕES E CONEXÕES DO SPDA

Seção I Fixações

Art. 94. Salvo no caso de elementos naturais, os captosres e os condutores de descida devem ser firmemente fixados, de modo a impedir que esforços eletrodinâmicos, ou esforços mecânicos acidentais (por exemplo, vibração) possam causar sua ruptura ou desconexão.

Parágrafo único. Os condutores de descida devem ser fixados a cada metro de percurso.

Art. 95. O suporte dos afastadores deverá ser do mesmo material do condutor, de outro material que não forme par eletrolítico ou qualquer material, desde que haja uma perfeita separação entre as partes metálicas.

Seção II Conexões

Art. 96. O número de conexões nos condutores do SPDA deve ser reduzido ao mínimo. As conexões devem ser asseguradas por meio de soldagem exotérmica, oxiacetilênica ou elétrica, conectores de pressão ou de compressão, rebites ou parafusos.

Art. 97. Conexões embutidas em concreto armado devem atender aos artigos 63 a 66 e 77, a menos que se destinem a estabelecer uma ligação para utilização fora do concreto armado, caso em que devem ser feitas a uma armadura de diâmetro não inferior a 8mm, por solda ou conector com derivação para exterior.

Art. 98. Para conexão de condutores chatos a estruturas de aço, devem ser utilizados, no mínimo, dois parafusos M8 ou um parafuso M10, com porcas.

Art. 99. Para conexão de condutores chatos a chapas metálicas com espessura inferior a 2mm, devem ser utilizadas contra-placas com área mínima de 100cm², fixadas com dois parafusos M8, no mínimo.

Art. 100. Para conexão de condutores chatos a chapas metálicas acessíveis somente de um lado, podem ser utilizados quatro rebites de 5mm de diâmetro. Para chapas com espessura mínima de 2mm, também podem ser utilizados dois parafusos auto-atarraxantes de aço inoxidável, com diâmetro de 6,3mm.

Art. 101. Conexões soldadas devem ser compatíveis com os esforços térmicos e mecânicos causados pela corrente de descarga atmosférica.

Art. 102. Todas as conexões de hastes de aterramento com o anel de terra devem ser executadas através de conexão de aperto, de modo a permitir a desconexão e a medição.

Art. 103. Nas conexões inevitáveis do cabo do anel de terra, como não há haste que necessite de medição, recomenda-se efetuar a conexão através de solda para que não seja necessária a manutenção. Caso essa recomendação não seja atendida e a conexão efetuada através de conexão de aperto, será necessária a instalação de uma caixa de inspeção para a realização da manutenção.

Art. 104. Todas as conexões entre metais diferentes, seja de elementos especiais ou naturais, na captação, descida ou aterramento, devem ser executadas com conectores bi-metálicos, para que não forme par eletrolítico e corrosão.

CAPÍTULO VIII MATERIAIS E DIMENSÕES

Art. 105. Os materiais e dimensões que podem ser utilizados nos subsistemas de captação, descida e aterramento são descritos nas tabelas 9 e 10 a seguir:

Tabela 9 — Seções mínimas dos materiais do SPDA

Material	Captor e anéis intermediários (mm ²)	Descidas para estruturas de altura até 20 m (mm ²)	Descidas para estruturas de altura superior a 20 m (mm ²)	Eletrodo de aterramento (mm ²)
Cobre	35	16	35	50
Alumínio	70	25	70	-
Aço galvanizado a quente ou embutido em concreto	50	50	50	80

Tabela 10 — Espessuras mínimas dos componentes do SPDA

Material	Captadores			Descidas	Aterramento
	NPQ	NPF	PPF		
Aço galvanizado a quente	4	2,5	0,5	0,5	4
Cobre	5	2,5	0,5	0,5	0,5
Alumínio	7	2,5	0,5	0,5	-
Aço Inox	4	2,5	0,5	0,5	5

NPQ – não gera ponto quente; NPF – não perfura; PPF – pode perfurar.

§ 1º Independentemente das espessuras, deverão ser mantidas as seções transversais mostradas na tabela 9.

§ 2º Os condutores e acessórios de aço (exceto inox) devem ser protegidos com uma camada zinco aplicado a quente (fogo) conforme a ABNT NBR 6323, ou com uma camada de cobre com espessura mínima de 254µm, conforme a ABNT NBR 13571.

§ 3º O aço de construção só pode ser utilizado embutido em concreto.

Art. 106. A tabela 10 traz as espessuras mínimas dos componentes do SPDA, sendo que para a utilização de telhas metálicas como captadores, com espessura inferior a 2,5mm, faz-se necessário que abaixo delas somente exista material não combustível (laje, por exemplo). Se existir material combustível ou trânsito de pessoas esta telha não poderá servir de captor, devendo ser colocado sobre o telhado uma captação adicional, considerando a telha apenas como um elemento metálico a ser necessariamente interligado ao SPDA.

Parágrafo único. Mesmo que a telha com espessura inferior a 2,5mm não estiver servindo como captor (pode-se exemplificar uma estrutura metálica com dimensões adequadas para captação

abaixo da telha metálica), uma captação adicional terá que ser instalada acima da telha, se da mesma forma houver material combustível ou pessoas abaixo. Concluindo, telhas metálicas com espessura inferior a 2,5mm não podem receber o impacto direto de descargas atmosféricas, se abaixo houver risco de incêndio, explosão ou trânsito de pessoas.

CAPÍTULO IX PROTEÇÃO ISOLADA

Art. 107. A proteção isolada é obrigatória para edificações ou estruturas que abriguem depósitos de explosivos ou qualquer outro material perigoso, que, em caso de incêndio ou explosão, coloque em risco uma grande área ao seu entorno.

Art. 108. Para um SPDA isolado, a distância entre o subsistema captor e a edificação ou instalação a proteger deve ser maior que 2m.

Art. 109. Da mesma forma que a captação, o espaçamento entre os condutores de descida e a edificação ou instalação a proteger deve ser maior que 2m.

Art. 110. Conforme o tipo de subsistema captor, deverão ser previstas as seguintes quantidades mínimas de condutores de descida:

I - um ou mais mastros separados - um condutor de descida para cada mastro (não condutor);

II - um ou mais condutores horizontais separados - um condutor de descida na extremidade de cada condutor horizontal;

III - rede de condutores - um condutor de descida para cada estrutura de suporte (não condutora).

CAPÍTULO X REQUISITOS COMPLEMENTARES PARA ESTRUTURAS ESPECIAIS

Seção I Chaminés de grande porte

Art. 111. Chaminés são consideradas de grande porte quando a seção transversal de seu topo for maior que $0,30\text{m}^2$ e/ou sua altura exceder 20m.

Art. 112. Nesta instalação somente deverão ser utilizados materiais nobres, como o cobre, bronze aço inox ou metal monel. Este requisito se aplica aos captores, condutores de descida e seus suportes, conectores e derivações. Chaminés que ultrapassem o teto de uma estrutura em menos de 5m requerem esta proteção somente na parte externa à estrutura.

Art. 113. Os captores devem ser maciços de cobre, aço inoxidável ou metal monel. Devem ser dispostos uniformemente no topo de chaminés cilíndricas, em intervalos máximos de 2,5m ao longo do perímetro. Em chaminés de seção quadrada ou retangular, os captores não devem estar a mais de 0,6 m dos cantos e espaçados no máximo em 2,5m ao longo do perímetro.

§ 1º A altura dos captosres acima do topo da chaminé deve ser de no mínimo 50cm e no máximo 80cm. O diâmetro mínimo dos captosres deve ser de 15mm.

§ 2º Os captosres devem ser interligados na sua extremidade inferior por um condutor formando um anel fechado em torno da chaminé.

§ 3º Chaminés que possuam no topo uma cobertura de chapa de aço, eletricamente contínua e com espessura mínima de 4mm, dispensam a instalação de captosres. A cobertura de chapa de aço deve ser firmemente aparafusada com porcas ou soldada aos condutores de descida.

Art. 114. Devem ser instalados, no mínimo, dois condutores de descida, situados em lados opostos da chaminé. Se a chaminé for de concreto armado, a armadura do concreto deve ser executada de forma a poder ser utilizada como condutor de descida, sem mais exigências.

Art. 115. Os condutores de descida devem ser interligados por anéis, sendo o primeiro situado preferencialmente no solo ou no máximo a 3,5m da base da chaminé, e outros a intervalos de cerca de 20m a partir do primeiro anel.

Art. 116. Os condutores de descida, quando exteriores, devem ser protegidos contra danos mecânicos até no mínimo 2,5m acima do nível do solo.

§1º A proteção deve ser por eletroduto rígido de PVC ou eletroduto rígido metálico.

§2º Quando a proteção se der por eletroduto rígido metálico, o condutor de descida deve ser conectado às extremidades superior e inferior do eletroduto.

Art. 117. Os elementos de fixação do SPDA devem ser de cobre, bronze ou aço inoxidável. Condutores verticais devem ser fixados a intervalos máximos de 2m, e condutores horizontais a intervalos máximos de 60cm.

Art. 118. Não são admitidas emendas nos condutores de descida. Os demais conectores utilizados no SPDA devem fazer contato com o condutor por no mínimo 35mm, medidos no sentido longitudinal, e suportar um ensaio de tração de 900N.

Art. 119. No caso de chaminés de concreto armado, as armaduras de aço interligadas do concreto podem ser utilizadas como condutor de descida natural, desde que 50% dos cruzamentos das barras verticais com as horizontais sejam firmemente amarrados com arame torcido, e as barras verticais sejam sobrepostas por no mínimo 20 vezes seu diâmetro e firmemente amarradas com arame de ferro torcido, ou soldadas.

§ 1º Chaminés existentes poderão ter suas ferragens utilizadas, desde que estas tenham a sua continuidade elétrica verificada.

§ 2º Caso sejam instalados condutores de descida externos, eles devem ser conectados à armadura de aço do concreto no topo e na base da chaminé, e a cada 20m de altura. Essas conexões devem ser soldadas ou aparafusadas.

Art. 120. Todas as massas e instalações metálicas incorporadas à chaminé, tais como escadas, plataformas, tubulações e suportes para luz de obstáculo, devem ser conectadas aos condutores de descida na base, no topo e a cada 20m de altura, conforme a sua localização.

Art. 121. Todas as massas e instalações metálicas situadas a uma distância de 2m da base da chaminé devem ser interligadas ao subsistema de aterramento da chaminé.

Art. 122. Os condutores vivos dos circuitos de luz de obstáculo devem ser protegidos por DPS, situados próximo às luminárias, e no respectivo quadro de distribuição.

Art. 123. O subsistema de aterramento da chaminé deve satisfazer às prescrições do Cap V, seção III ou Cap VI, seção III desta IN.

Art. 124. Chaminés de grande porte construídas de chapa de aço com espessura de no mínimo 4 mm dispensam captosres e condutores de descida. Seu subsistema de aterramento também deve satisfazer às prescrições do Cap V, seção III ou Cap VI, seção III desta IN.

Art. 125. Caso a chaminé seja adjacente a uma estrutura, ou esteja situada dentro da distância de 2m, ela deve ser interligada ao SPDA dessa estrutura.

Seção II Estruturas contendo líquidos ou gases inflamáveis

Subseção I Generalidades

Art. 126. Nesta seção, o termo “estrutura” aplica-se também a tanques e outros recipientes de processo externos às edificações, que contenham líquidos ou gases inflamáveis.

Art. 127. Os captosres, condutores de descida e o subsistema de aterramento devem atender aos capítulos V a IX desta IN.

Art. 128. Estruturas e tubulações de chapa de aço utilizadas como captosres devem ter espessura de no mínimo 4 mm. O efeito da corrosão sobre a espessura da chapa deve ser levado em conta, assim como os riscos advindos da elevação de temperatura no ponto de impacto.

Art. 129. O volume de proteção dos captosres para estruturas contendo líquidos ou gases inflamáveis deve ser determinado pelo método eletrogeométrico, adotando-se com raio da esfera fictícia um comprimento R de 20m.

Art. 130. Para evitar centelhamento perigoso, a distância mínima entre um mastro ou cabo aéreo e a estrutura a proteger não deve ser inferior a 2m. Os mastros e cabos aéreos devem ser aterrados e interligados ao subsistema de aterramento da estrutura a proteger.

Subseção II Proteção de tanques de superfície contendo líquidos inflamáveis à pressão atmosférica

Art. 131. Tanques metálicos com teto de chapa de aço rebitada, aparafusada ou soldada (teto fixo), utilizados para armazenar líquidos inflamáveis à pressão atmosférica, são considerados auto protegidos contra descargas atmosféricas, desde que satisfaçam simultaneamente aos seguintes requisitos:

I - todas as juntas entre chapas metálicas devem ser rebitadas, aparafusadas com porcas ou soldadas;

II - todas as tubulações que penetram no tanque devem ser eletro-mecanicamente ligadas a ele no ponto de entrada, de modo a assegurar equalização de potencial;

III - os respiros, válvulas de alívio e demais aberturas que possam desprender vapores inflamáveis devem ser providos de dispositivos de proteção corta-chama ou ter o volume definido pela classificação de área protegida por um elemento captor;

IV - o teto deve ter uma espessura mínima de 4mm, e deve ser soldado, aparafusado com porcas ou rebitado ao corpo do tanque.

Art. 132. Quando o tanque for de teto flutuante, este deve ser eletro- mecanicamente ligado ao corpo do tanque, por meio de condutores flexíveis ou escadas articuladas ligadas aos bordos do tanque e ao topo do teto flutuante.

Parágrafo único. Esta ligação serve principalmente para equalização de potencial e, em caso de impacto de uma descarga atmosférica, não impede a ignição de uma mistura inflamável eventualmente presente sobre o teto flutuante, ou no costado do tanque.

Art. 133. Tetos flutuantes que utilizem dispositivos suspensos abaixo da vedação, dentro da atmosfera de vapor inflamável, devem ser providos de condutores que interliguem o teto às sapatas metálicas deslizantes.

Parágrafo único. As interligações prescritas neste artigo devem seguir o trajeto mais direto entre os dois pontos, e ser dispostas a intervalos de no máximo 3m, medidos ao longo da circunferência do tanque.

Art. 134. Como condutores, devem ser utilizadas, nesta aplicação, fitas de aço inoxidável de 50mm x 0,5mm, ou material equivalente em capacidade de condução de corrente e resistência à corrosão.

Art. 135. Os tanques com teto não-metálico não podem ser considerados auto-protégidos contra descargas atmosféricas e requerem a instalação de captos. Podem ser utilizados como captos mastros metálicos, ou cabos aéreos esticados, ou uma combinação de ambos.

Art. 136. Os tanques devem ser aterrados para escoamento das correntes de descarga atmosférica, bem como para evitar elevações de potencial que possam causar centelhamento para a terra. Um tanque é considerado aterrado se qualquer uma das seguintes condições for satisfeita:

I - o tanque está conectado a um subsistema de aterramento que atende às exigências do aterramento convencional (ver Cap V, seção III ou Cap VI, seção III desta IN);

II - o tanque está acoplado eletro-mecanicamente a uma rede de tubulações eletricamente contínuas e aterradas;

III - um tanque cilíndrico vertical está apoiado no solo, ou sobre uma base de concreto, e tem no mínimo 6m de diâmetro, ou está apoiado sobre um revestimento betuminoso e tem no mínimo 15m de diâmetro.

Seção III Antenas externas

Art. 137. O mastro metálico da antena externa de televisão (de grande porte) ou sua torre de suporte, instalados sobre uma estrutura, deverão ser aterrados segundo uma das seguintes alternativas:

I - o mastro da antena (que deve ser de material e espessura adequado para servir como captor – ver tabela 10) deve ser conectado ao SPDA por meio de solda exotérmica ou braçadeira com dois parafusos M8. Esta ligação deve ser o mais curta e retilínea possível, mediante condutor, conforme as tabelas 11 ou 12;

II - se não houver SPDA, deve ser instalado um condutor exclusivo para aterramento da antena, com seção não inferior a 16 mm² em cobre, ligando o mastro a um eletrodo de aterramento conforme Cap V, seção III desta IN.

Art. 138. As condições para equalização de potencial do aterramento da antena com as instalações metálicas e com o sistemas elétricos de potência e de sinal da estrutura são determinadas pela ABNT NBR 5410, em particular ao que se refere ao uso de proteção contra surto (DPS).

Art. 139. Pequenas antenas externas de TV geralmente não possuem material e espessura adequados para atuar como captores, por isso, elas devem ser protegidas por captores tipo Franklin, além de também serem conectadas ao SPDA conforme inciso I do Art. 137.

Seção IV

Aterramento de guindastes/gruas

Art. 140. Estruturas metálicas, com continuidade assegurada na vertical, tais como guinchos, gruas, elevadores de carga e pessoas, etc., poderão ser usadas como elementos naturais do SPDA. Para tal, deverão ser aterradas por uma malha de aterramento ou simplesmente interligada ao aterramento do SPDA.

CAPÍTULO XI

EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS

Seção I

Generalidades

Art. 141. A equalização de potenciais será obrigatória para todas as edificações com SPDA a serem construídas (com projeto ainda não aprovado no CBMSC) a partir da publicação desta IN, sendo facultativas para as edificações já construídas ou em construção.

Art. 142. A equalização de potencial constitui a medida mais eficaz para reduzir os riscos de incêndio, explosão e choques elétricos dentro do volume a proteger.

Art. 143. A equalização de potencial é obtida mediante condutores de ligação equipotencial, eventualmente incluindo DPS (dispositivo de proteção contra surtos), interligando o SPDA, a armadura metálica da estrutura, as instalações metálicas, as massas e os condutores dos sistemas elétricos de potência e de sinal, dentro do volume a proteger.

Art. 144. Em geral, componentes metálicos exteriores a um volume a ser protegido podem interferir com a instalação do SPDA exterior e, em consequência, devem ser considerados no estudo do SPDA. Pode ser necessário estabelecer ligações equipotenciais entre esses elementos e o SPDA.

Seção II

Ligação equipotencial das instalações metálicas e das massas (LEP/TAP)

Art. 145. Uma ligação equipotencial deve ser efetuada:

I - no subsolo, ou próximo ao quadro geral de entrada de baixa tensão. Os condutores de ligação equipotencial devem ser conectados a uma barra de ligação equipotencial principal, construída e instalada de modo a permitir fácil acesso para inspeção. Essa barra de ligação equipotencial deve estar conectada ao subsistema de aterramento;

II - acima do nível do solo, em intervalos verticais não superiores a 20m, para estruturas com mais de 20m de altura. As barras secundárias de ligação equipotencial devem ser conectadas a armaduras do concreto ao nível correspondente, mesmo que estas não sejam utilizadas como componentes naturais;

Art. 146. Em estruturas providas de SPDA isolados, a ligação equipotencial deve ser efetuada somente ao nível do solo.

Art. 147. A ligação equipotencial pode ser realizada através de:

I - condutores de ligação equipotencial - onde a continuidade elétrica não for assegurada por ligações naturais. Caso uma ligação equipotencial deva suportar toda a corrente de descarga atmosférica, ou substancial parte dela, as seções mínimas dos condutores devem estar conforme a tabela 11. Para os demais casos, as seções são indicadas na tabela 12;

II - DPS - quando uma ligação equipotencial direta não for permitida (por exemplo, em tubulações metálicas com proteção catódica por corrente imposta). Os DPS devem ser instalados de modo a permitir fácil inspeção.

Tabela 11 - Seções mínimas dos condutores de ligação equipotencial para conduzir parte substancial da corrente de descarga atmosférica

Nível de Proteção	Material	Seção (mm ²)
I - IV	Cobre	16
	Alumínio	25
	Aço	50

Tabela 12 - Seções mínimas dos condutores de ligação equipotencial para conduzir uma parte reduzida da corrente de descarga atmosférica

Nível de Proteção	Material	Seção (mm ²)
I - IV	Cobre	6
	Alumínio	10
	Aço	16

Art. 148. As canalizações metálicas acopladas por meio de luvas isolantes devem ser eletricamente interligadas por meio de DPS adequadamente dimensionado.

Art. 149. 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 seus condutores devem atender à tabela 11.

CAPÍTULO XII INSPEÇÃO/MANUTENÇÃO

Seção I Objetivo das inspeções

Art. 150. Este capítulo não se aplica aos subsistemas do SPDA instalados, que tenham seus acessos impossibilitados por estarem embutidos no concreto armado (ferragens estruturais) ou reboco.

Art. 151. As inspeções visam a assegurar que:

I - o SPDA está conforme o projeto;

II - todos os componentes do SPDA estão em bom estado, as conexões e fixações estão firmes e livres de corrosão;

III - o valor da resistência de aterramento seja compatível com o arranjo e com as dimensões do subsistema e aterramento, e com a resistividade do solo. Excetuam-se desta exigência os sistemas que usam as fundações como eletrodo de aterramento;

IV - todas as construções acrescentadas à estrutura posteriormente à instalação original estão integradas no volume a proteger, mediante ligação ao SPDA ou ampliação deste;

V - a resistência pode também ser calculada a partir da estratificação do solo e com uso de um programa adequado. Neste caso fica dispensada a medição da resistência de aterramento.

Seção II Sequência das inspeções

Art. 152. As inspeções prescritas no art. 151 devem ser efetuadas na seguinte ordem cronológica:

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

II - na vistoria de habite-se (após o término da instalação do SPDA), para as inspeções prescritas no Art. 151, incisos I a III;

III - nas vistorias de funcionamento, para todas as inspeções prescritas no art. 151, e respectiva manutenção, em intervalos não superiores aos estabelecidos nos Art. 153 e 154;

IV - após qualquer modificação ou reparo no SPDA, para inspeções completas conforme art. 149;

V - quando for constatado que o SPDA foi atingido por uma descarga atmosférica, para inspeções Art. 151, incisos II e III.

Seção III Periodicidade das inspeções

Art. 153 Uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada anualmente, independente da ocupação da edificação.

Art. 154. Inspeções completas conforme Art. 151 devem ser efetuadas periodicamente, em intervalos de:

I - 5 anos, para estruturas destinadas a fins residenciais, comerciais, administrativos, agrícolas ou industriais, excetuando-se áreas classificadas com risco de incêndio ou explosão;

II - 3 anos, para estruturas destinadas a grandes concentrações públicas (por exemplo: hospitais, escolas, teatros, cinemas, estádios de esporte, centros comerciais e pavilhões), indústrias contendo áreas com risco de explosão e depósitos de material inflamável;

III - 1 ano, para estruturas contendo munição ou explosivos, ou em locais expostos à corrosão atmosférica severa (regiões litorâneas, ambientes industriais com atmosfera agressiva etc.).

Seção IV Documentação técnica

Art. 155. A seguinte documentação técnica deve ser providenciada:

I - por ocasião da aprovação do projeto preventivo contra incêndio da edificação:

a) relatório de verificação de necessidade do SPDA e de seleção do respectivo nível de proteção, elaborado conforme capítulo III. A não necessidade de instalação do SPDA deverá ser documentada através dos cálculos constantes no capítulo III;

b) desenhos em escala mostrando as dimensões, os materiais e as posições de todos os componentes do SPDA, inclusive eletrodos de aterramento;

c) ART ou RRT do responsável técnico pelo projeto preventivo contra incêndio.

II - por ocasião do habite-se:

a) ART ou RRT com laudo, mensuração ou ensaio com os registros de valores medidos de resistência de aterramento (de acordo com Art, 151, III) e ART ou RRT de instalação do SPDA de acordo com o projeto aprovado (de acordo com Art, 151, I);

b) ART ou RRT com laudo, mensuração ou ensaio de continuidade elétrica (nos casos de utilização de descidas estruturais).

III - por ocasião das vistorias de funcionamento:

a) ART ou RRT com laudo ou inspeção com descrição da manutenção realizada nos componentes instalados, como conexões, fixações, etc (de acordo com Art, 151, II);

b) ART ou RRT com laudo, mensuração ou ensaio com os registros de valores medidos de resistência de aterramento (de acordo com Art, 151, III);

Parágrafo único. A alínea b) não se aplica quando se utilizam as fundações como eletrodos de aterramento.

CAPÍTULO V
DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 156. Esta IN, com vigência em todo o território catarinense, entra em vigor na data de sua publicação, ficando revogada a IN 010/DAT/CBMSC, editada em 18 de setembro de 2006.

Florianópolis, 28 de março de 2014.

Cel BM MARCOS DE OLIVEIRA
Comandante Geral do Corpo de Bombeiros Militar

ANEXOS

A - Terminologias Específicas
B - Detalhes

ANEXO A

Terminologias Específicas

Altura da edificação (para o SPDA): é a medida em metros entre o nível do piso do pavimento de descarga (térreo) e o nível da cobertura da edificação ou nível da cobertura do reservatório, sempre o que for mais elevado.

Barra de ligação equipotencial (LEP ou TAP): barra condutora onde se interligam ao SPCDA as instalações metálicas, as massas e os sistemas elétricos de potência e de sinal, sendo:

- a) LEP = ligação equipotencial principal;
- b) TAP = terminal de aterramento principal.

Centelhamento perigoso: descarga elétrica inadmissível, no interior ou na proximidade do volume a proteger, provocada pela corrente de descarga atmosférica;

Componente natural de um SPCDA: Componente da estrutura que desempenha uma função de proteção contra descargas atmosféricas, mas não é instalado especificamente para este fim, sendo exemplos:

- a) coberturas metálicas utilizadas como captores;
- b) pilares metálicos ou armaduras de aço do concreto utilizadas como condutores de descida;
- c) armaduras de aço das fundações utilizadas como eletrodos de aterramento.

Condutor de aterramento: condutor que interliga um eletrodo de aterramento a um elemento condutor não enterrado, que pode ser uma descida de pára-raios, o LEP/TAP ou qualquer estrutura metálica;

Conexão de medição: conexão instalada de modo a facilitar os ensaios e medições elétricas dos componentes de um SPCDA;

Descarga atmosférica: descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, consistindo em um ou mais impulsos de vários KA (quiloamperes);

Dispositivo de proteção contra surtos - DPS: dispositivo que é destinado a limitar sobretensões transitórias;

Distância de segurança: distância mínima entre dois elementos condutores no interior do volume a proteger, que impede o centelhamento perigoso entre eles;

Eletrodo de aterramento: elemento ou conjunto de elementos do subsistema de aterramento que assegura o contato elétrico com o solo e dispersa a corrente de descarga atmosférica na terra;

Eletrodo de aterramento em anel: eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da estrutura;

Eletrodo de aterramento de fundação: eletrodo de aterramento embutido nas fundações da estrutura;

Estruturas comuns: estruturas utilizadas para fins comerciais, industriais, agrícolas, administrativos ou residenciais;

Estruturas especiais: estruturas cujo tipo de ocupação implica riscos confinados, ou para os arredores, ou para o meio ambiente;

Frequência admissível (Nc) de danos: frequência média anual previsível de danos, que pode ser tolerada por uma estrutura;

Frequência de descargas atmosféricas (Nd): frequência média anual previsível de descargas atmosféricas sobre uma estrutura;

Frequência provável (Ndc) de descargas atmosféricas: frequência média anual previsível de descargas atmosféricas sobre uma estrutura, após aplicados os fatores de ponderação das tabelas B.1 a B.5;

Instalações metálicas: elementos metálicos situados no volume a proteger, que podem constituir um trajeto da corrente de descarga atmosférica, tais como estruturas, tubulações, escadas, trilhos de elevadores, dutos de ventilação e ar-condicionado e armaduras de aço interligadas;

Ligação equipotencial: ligação entre o SPCDA e as instalações metálicas, destinada a reduzir as diferenças de potencial causadas pela corrente de descarga atmosférica;

Massa (de um equipamento ou instalação): conjunto das partes metálicas não destinadas a conduzir corrente, eletricamente interligadas, e isoladas das partes vivas, tais como invólucros de equipamentos elétricos;

Níveis de proteção: termo de classificação de um SPCDA que denota sua eficiência. Este termo expressa a probabilidade com a qual um SPCDA protege um volume contra os efeitos das descargas atmosféricas;

Ponto de impacto: ponto onde uma descarga atmosférica atinge a terra, uma estrutura ou o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (uma descarga atmosférica pode ter vários pontos de impacto);

Ponto quente: aquecimento em uma chapa no lado oposto ao ponto de impacto e suscetível de causar inflamação de gases ou vapores em áreas classificadas;

Raio: um dos impulsos elétricos de uma descarga atmosférica para a terra;

Risco de danos: expectativa de danos anuais médios (de pessoas e bens), resultantes de descargas atmosféricas sobre uma estrutura;

Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPCDA): sistema completo destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. É composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção (em casos particulares, o SPCDA pode compreender unicamente um sistema externo ou interno);

Sistema externo de proteção contra descargas atmosféricas: sistema que consiste em subsistema de captores, subsistema de condutores de descida e subsistema de aterramento;

Sistema interno de proteção contra descargas atmosféricas: conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica dentro do volume a proteger;

Subsistema captor (ou simplesmente captor): parte do SPCDA destinada a interceptar as descargas atmosféricas;

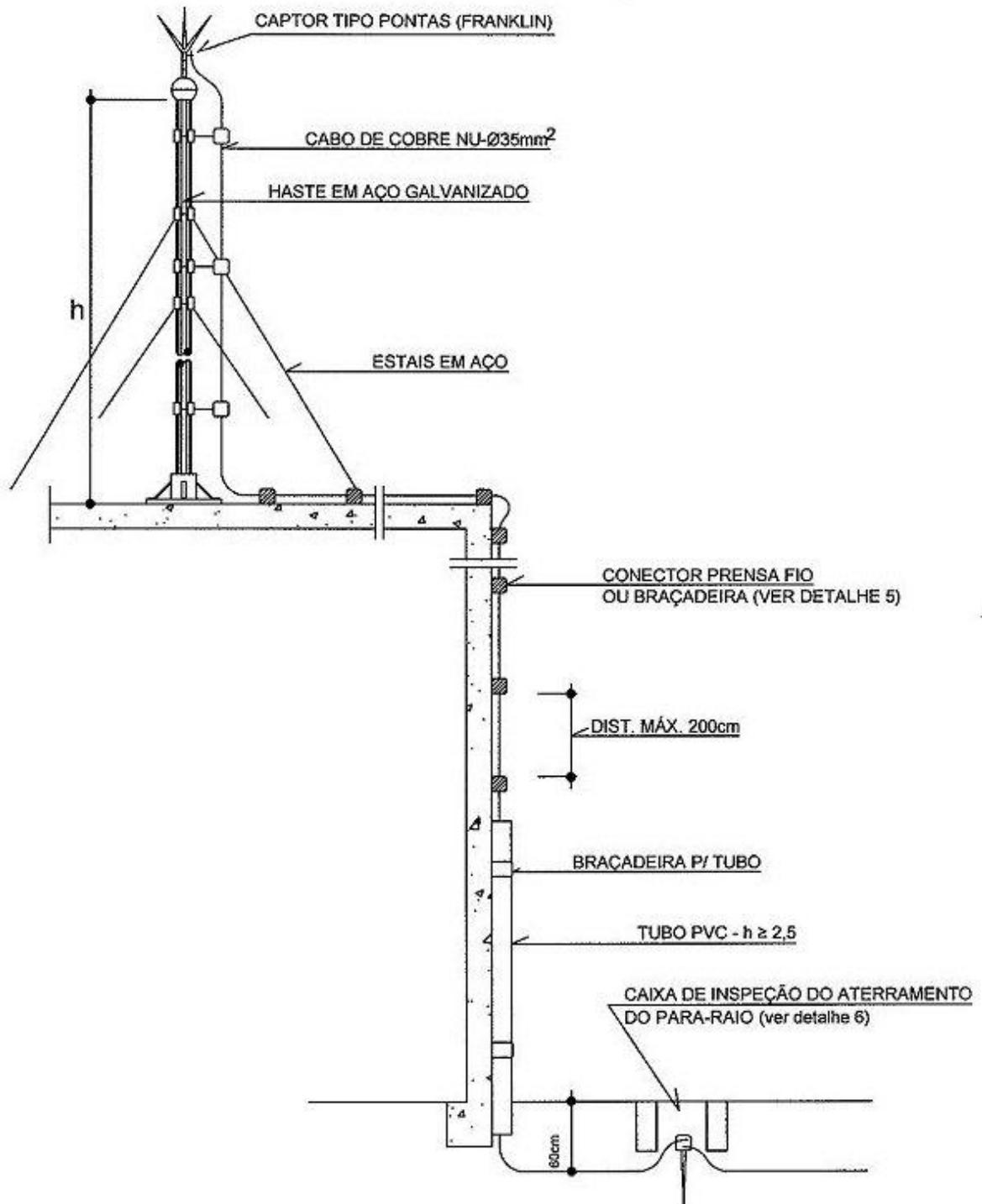
Subsistema de descida: parte do SPCDA destinada a conduzir a corrente de descarga atmosférica desde o subsistema captor até o subsistema de aterramento;

Subsistema de aterramento: parte do SPCDA destinada a conduzir e a dispersar a corrente de descarga atmosférica na terra;

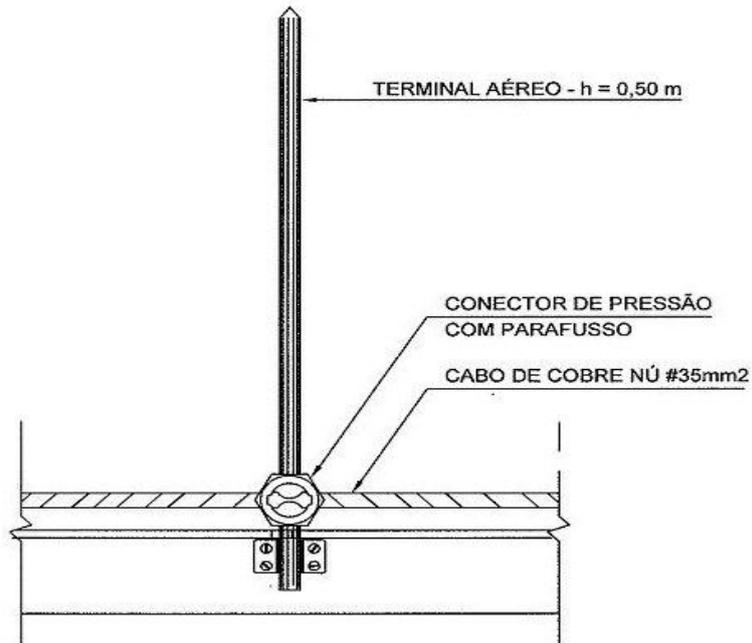
Volume a proteger: volume de uma estrutura ou de uma região que requer proteção contra os efeitos das descargas atmosféricas.

ANEXO B
Detalhes

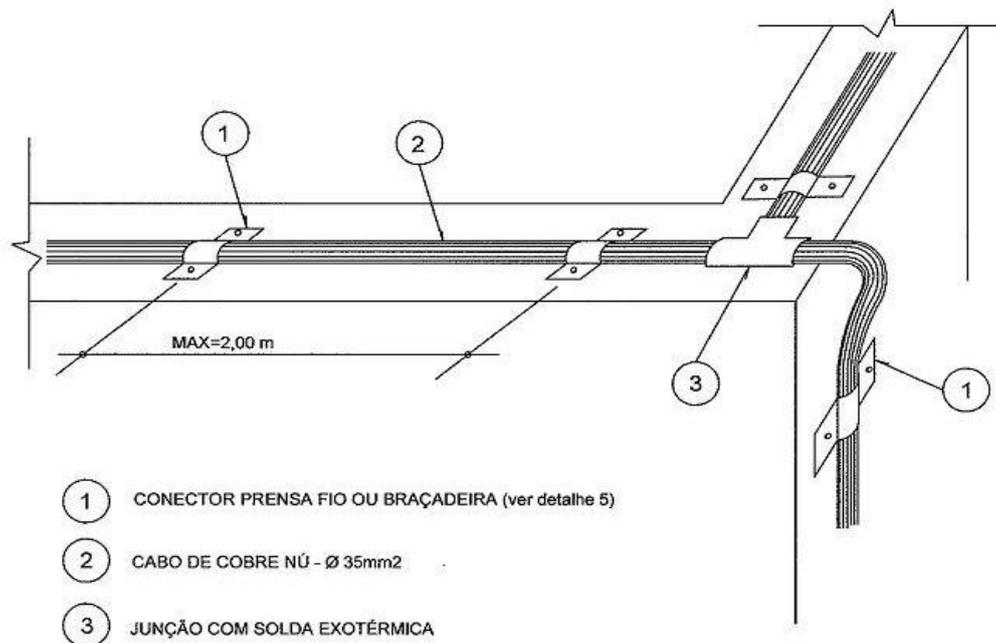
Detalhe 1 – Captor tipo Franklin e descida protegida com tubo de PVC



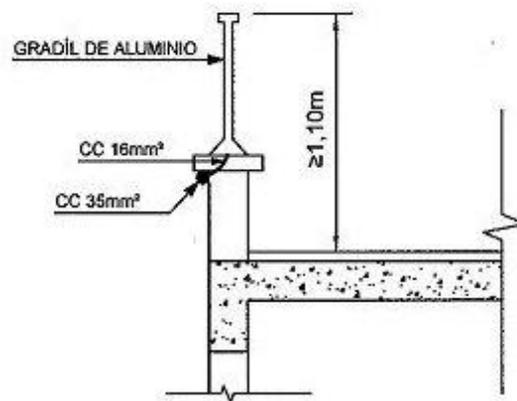
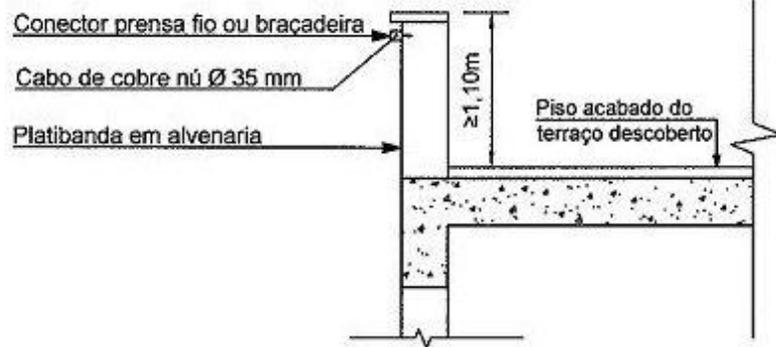
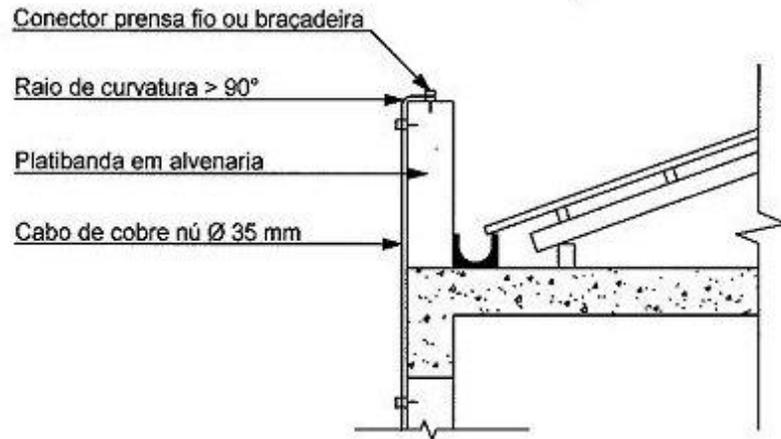
Detalhe 2 – Terminal aéreo



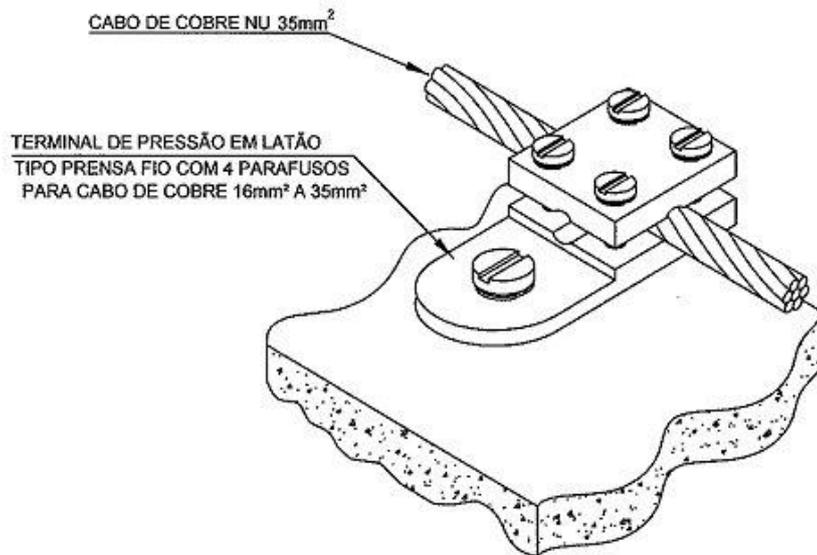
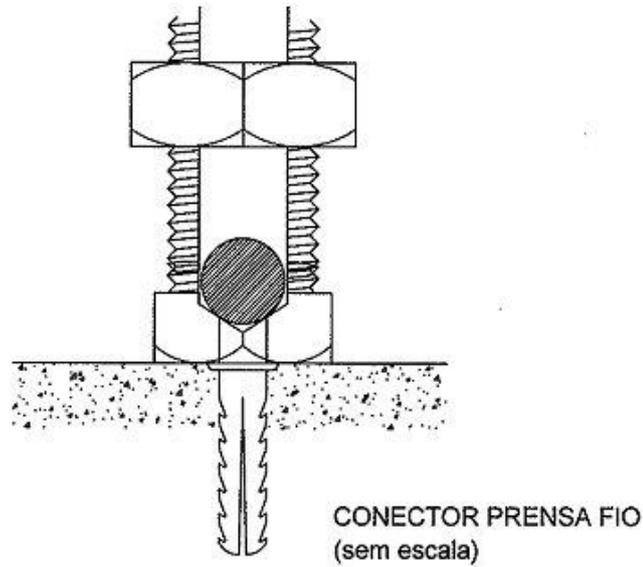
Detalhe 3 – Fixação do Cabo Captor com braçadeiras



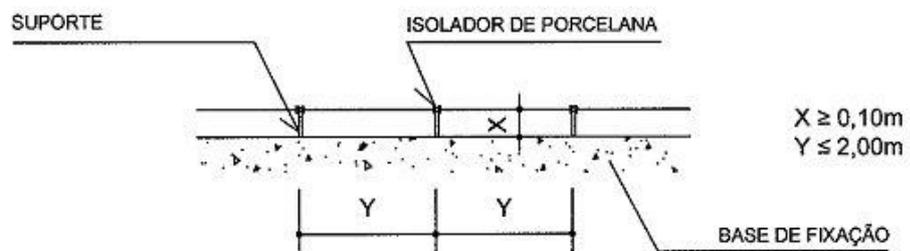
Detalhe 4 – Instalação do cabo captor em área de terraço



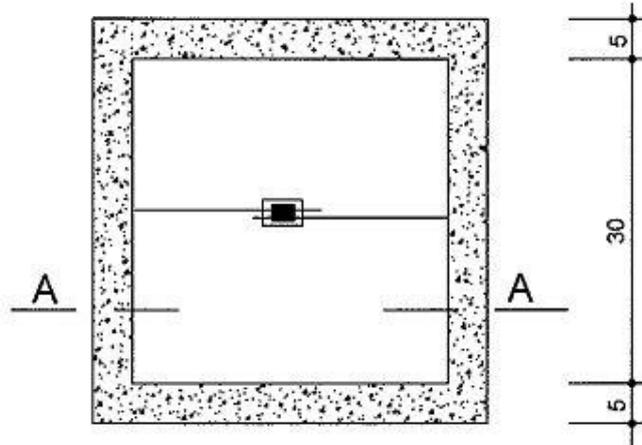
Detalhe 5 – Conectores e Isoladores



DETALHE DE FIXAÇÃO DO CONDUTOR (CABO DE COBRE) EM ALVENARIA



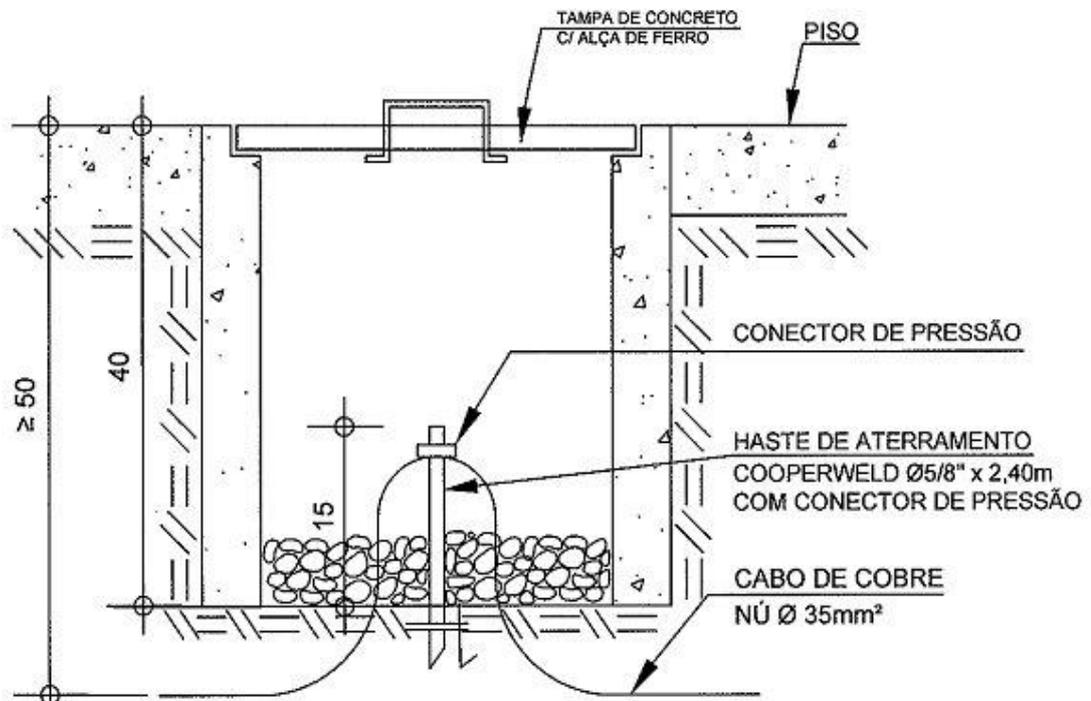
Detalhe 6 – Caixa de Inspeção do Aterramento do SPDA



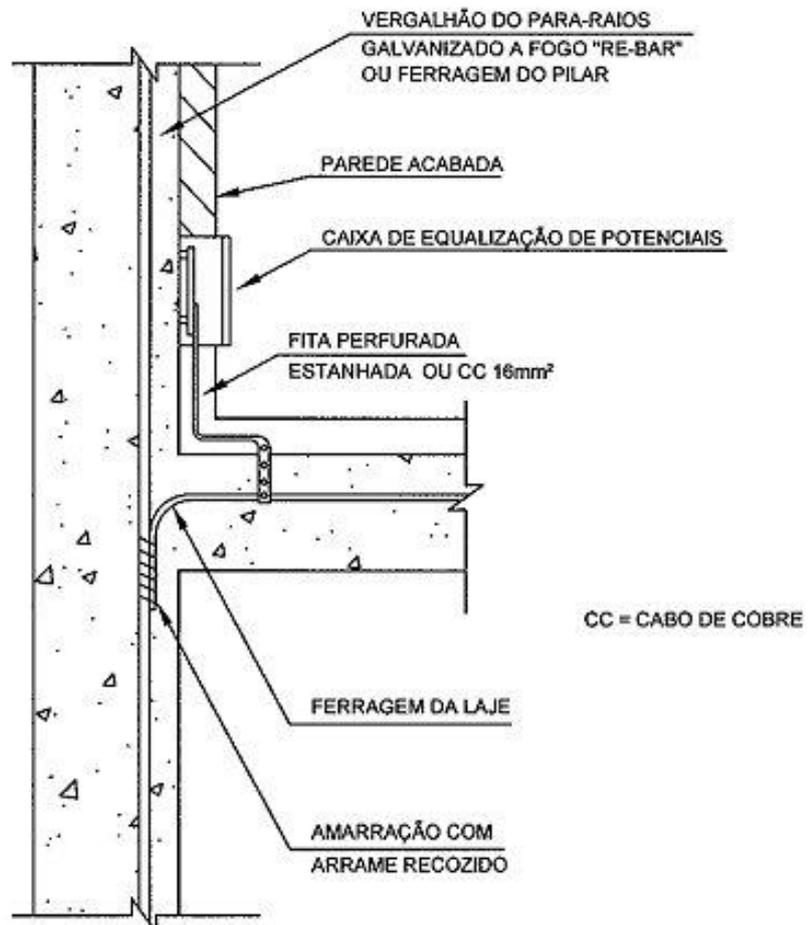
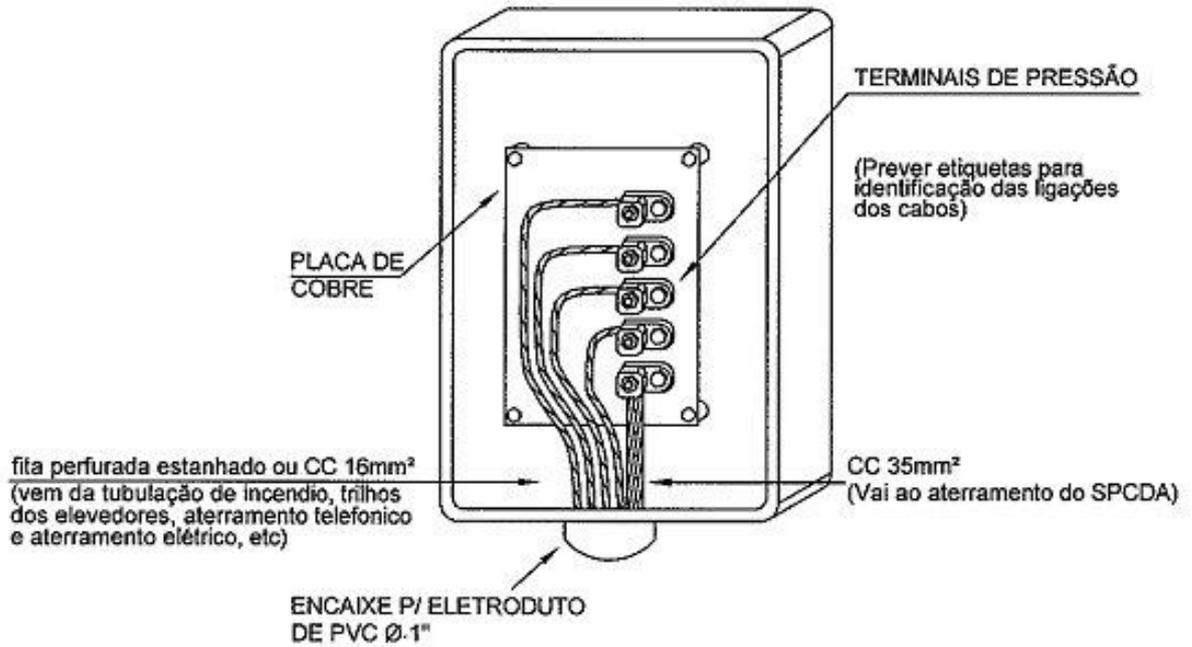
PLANTA BAIXA

OBS.: O SISTEMA DE TERRA DEVERÁ ESTABELECEER UMA RESISTÊNCIA OHMICA NÃO SUPERIOR A 10 ohms

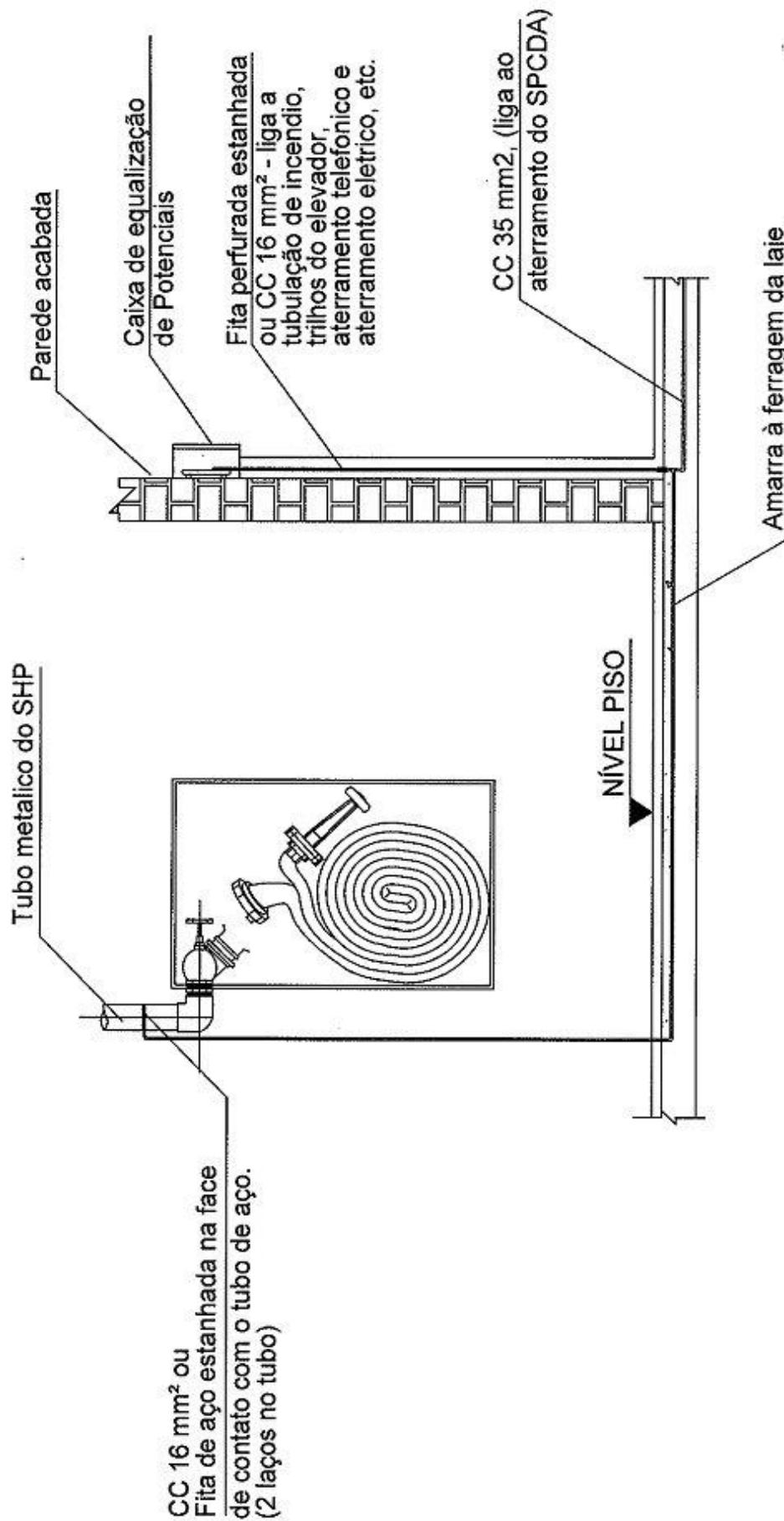
O CONECTOR SERÁ PROTEGIDO C/ MATERIAL EMBORRACHADO



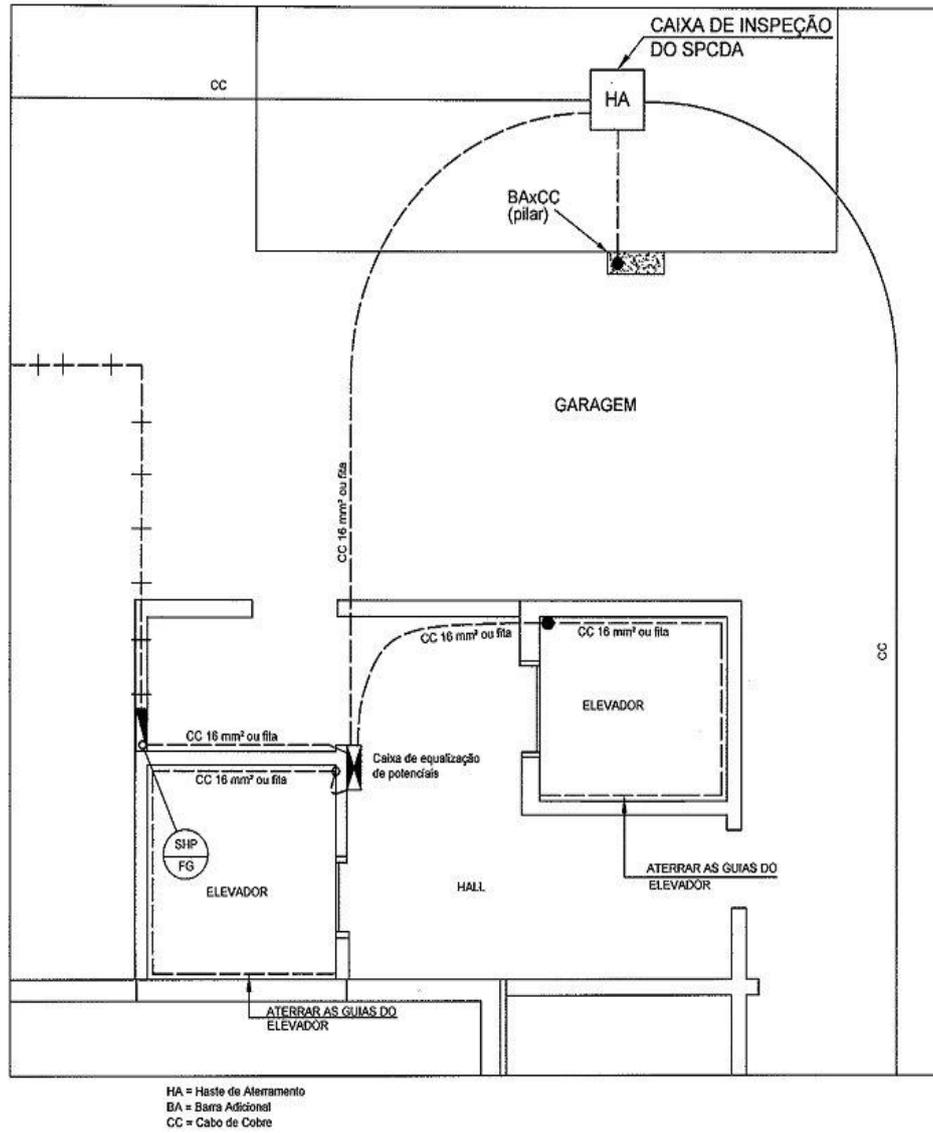
Detalhe 7 – Caixa de Equalização



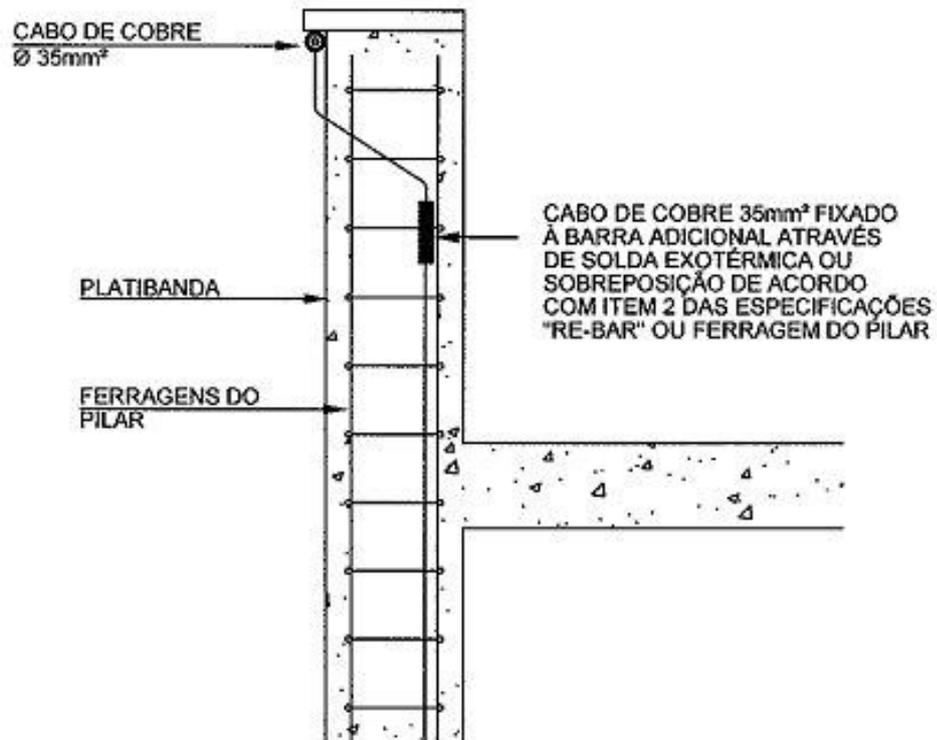
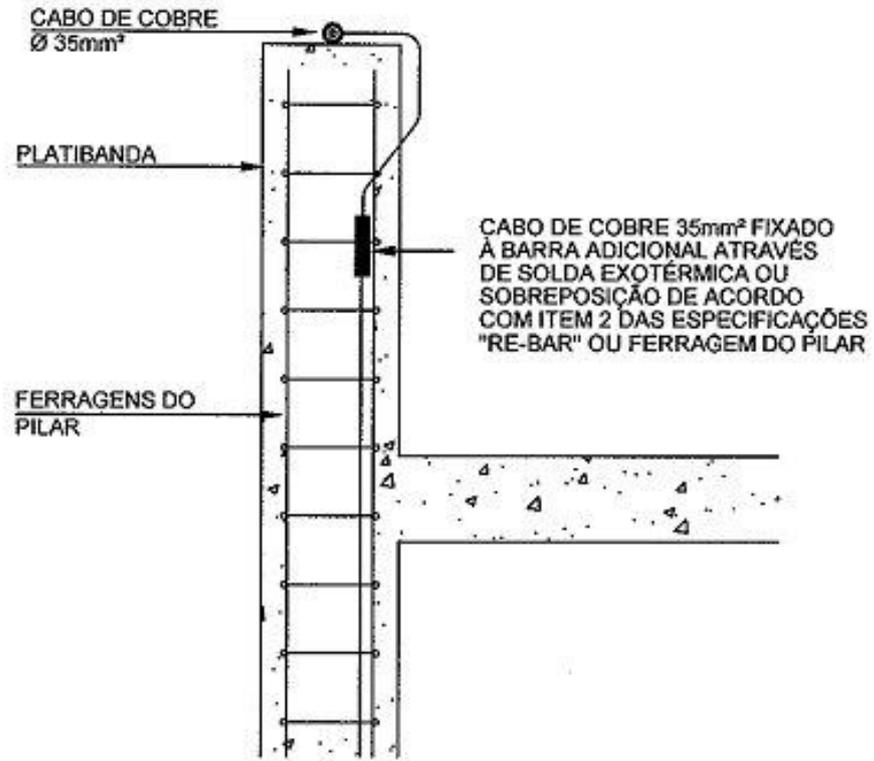
Detalhe 8 – Interligação de massa metálica – Equalização



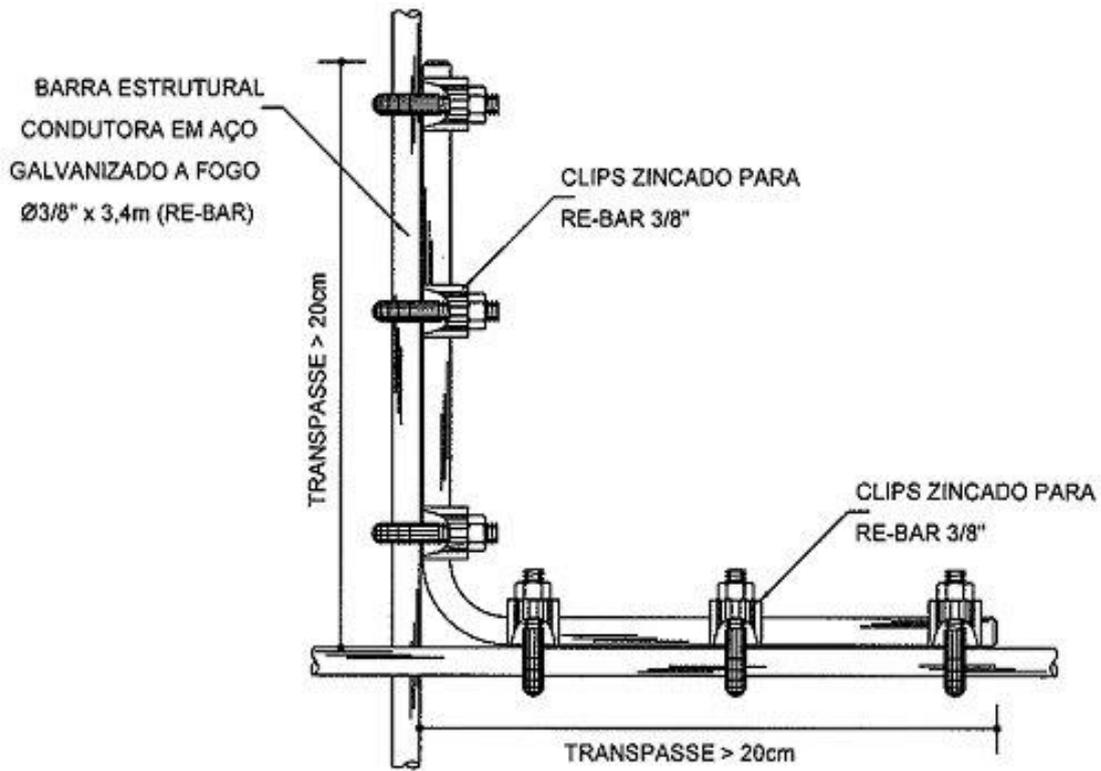
Detalhe 9 – Planta Baixa - Equalização



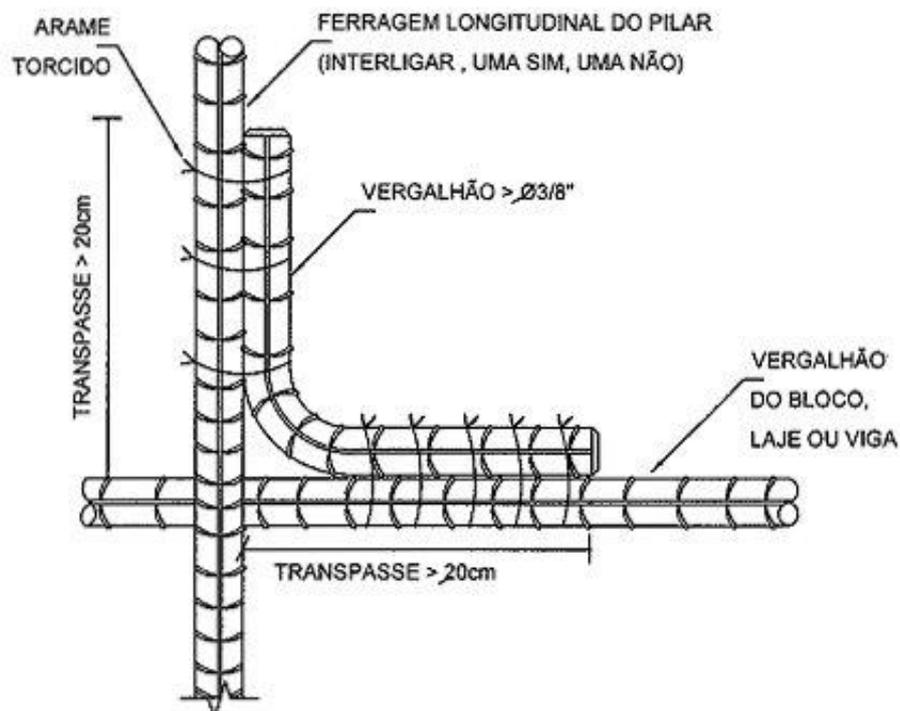
Detalhe 10 – Interligação do CC à barra adicional de aço



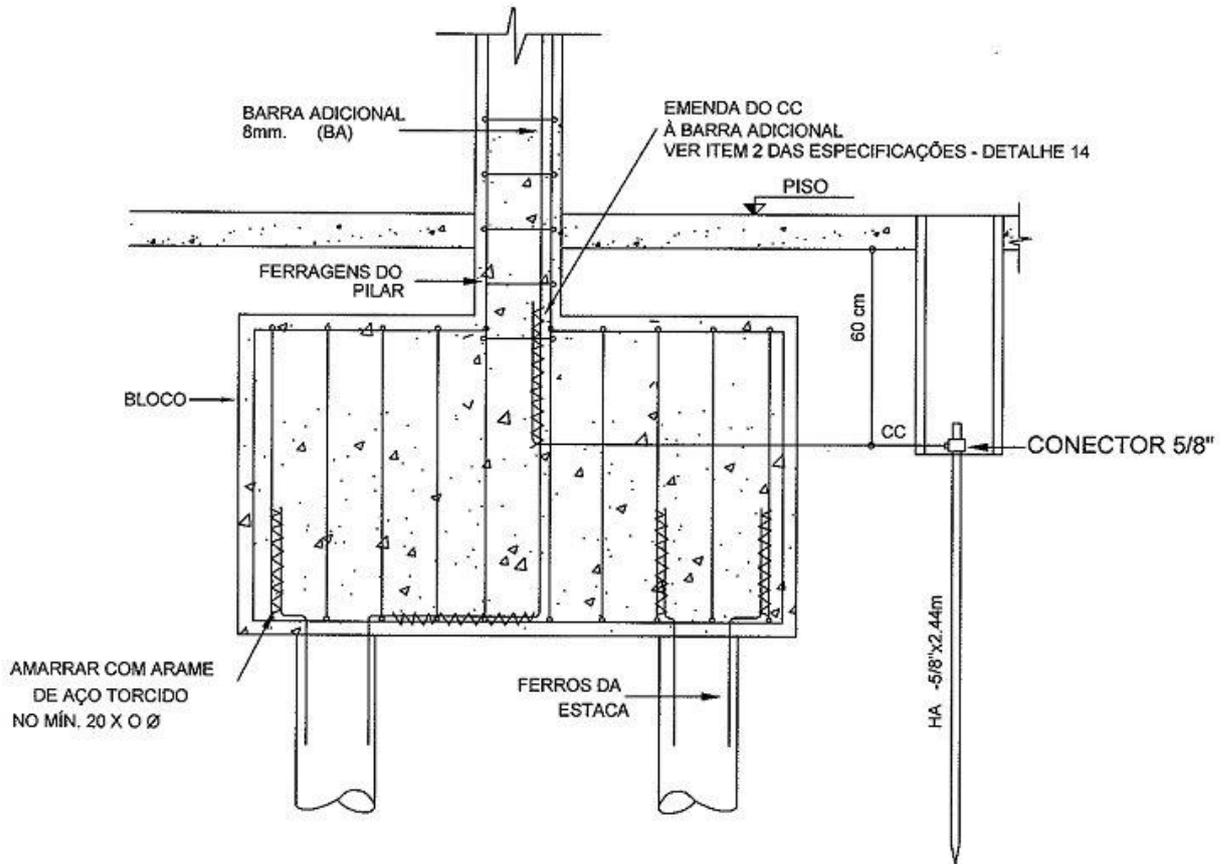
Detalhe 11 – Amarração do Vergalhão de descida com vergalhão horizontal



Detalhe 12 – Amarração das Ferragens dos Pilares Estruturais com vergalhões horizontais

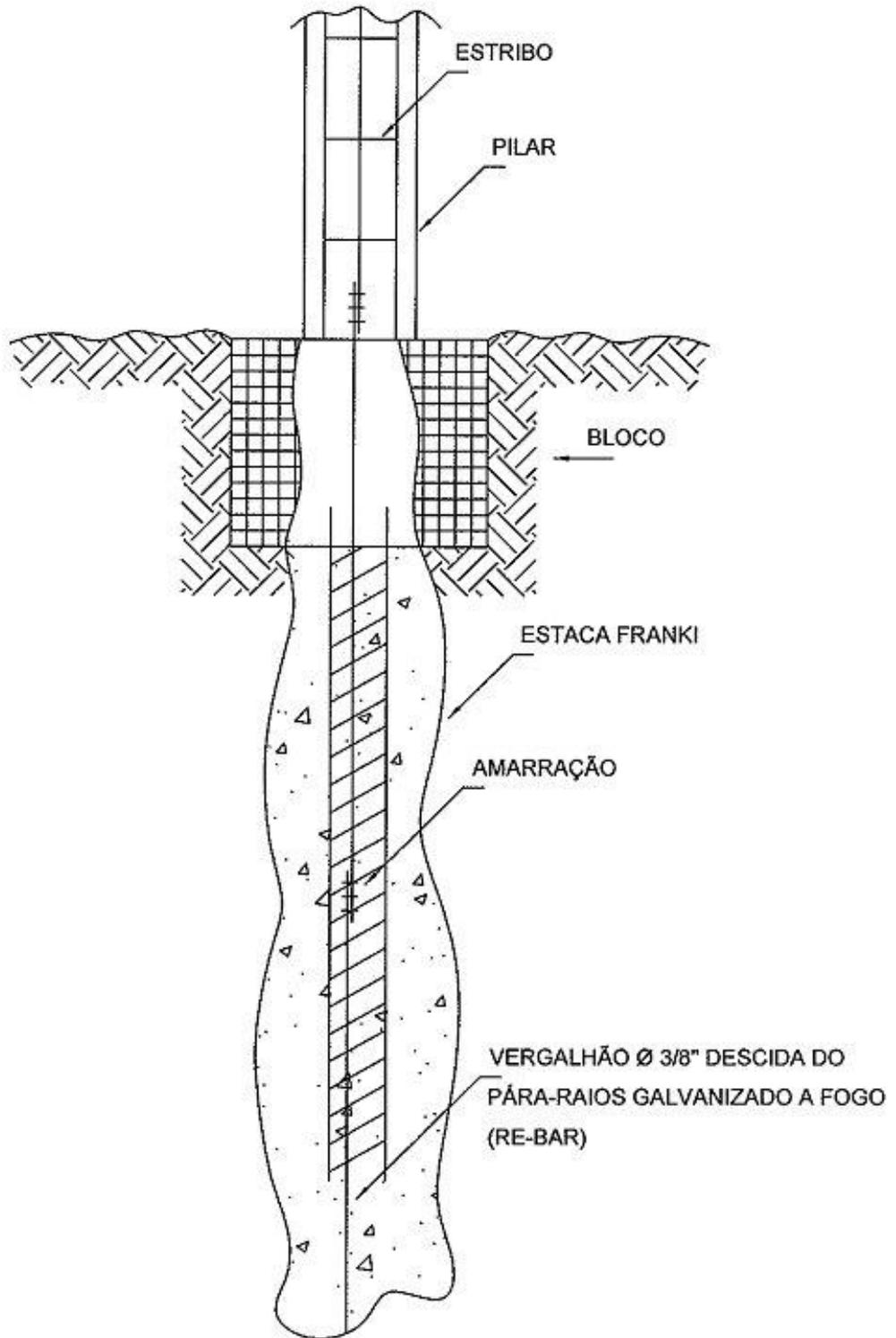


Detalhe 13 – Interligação do CC à barra adicional de aço no bloco

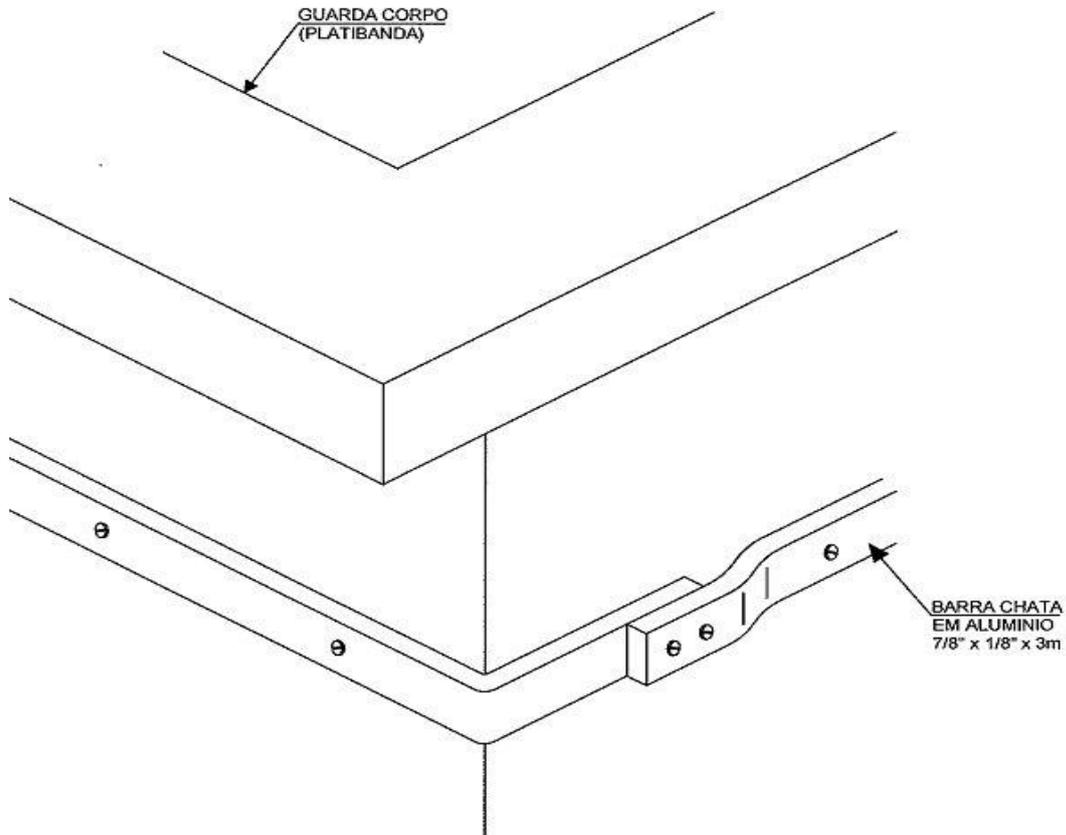


Adaptado de : <http://www.tel.com.br>
 acesso em 19/05/2008

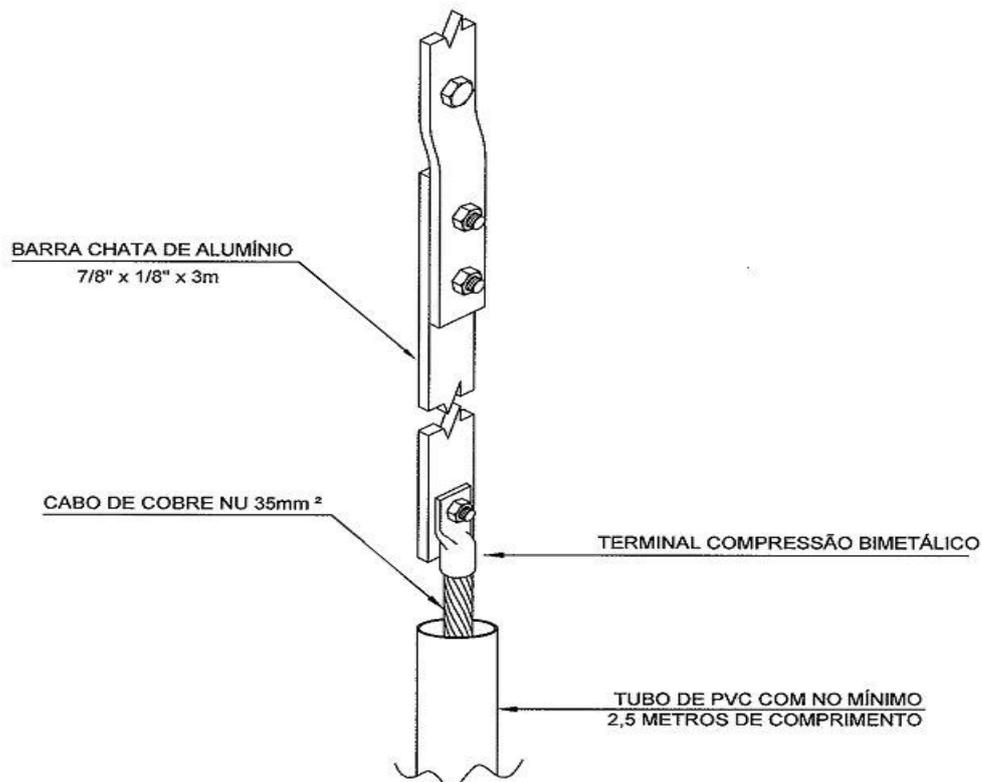
Detalhe 14 – Aterramento nos tubulões e estaca Franki



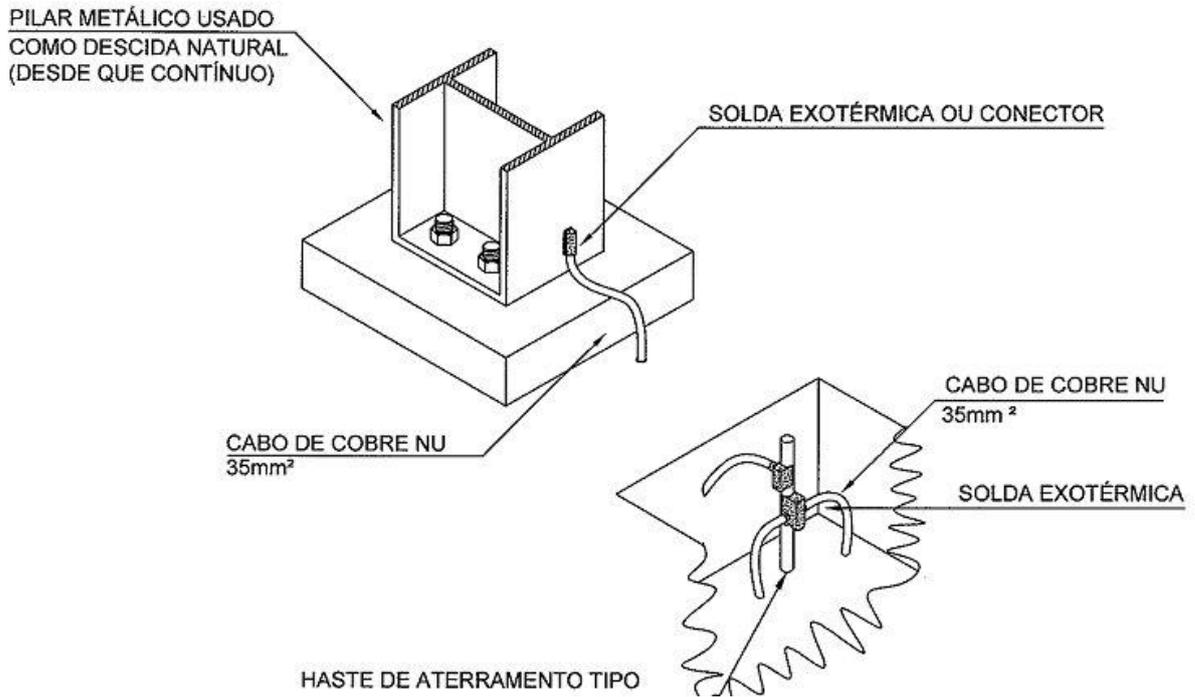
Detalhe 15 – Fixação de barra chata em alumínio na captação lateral



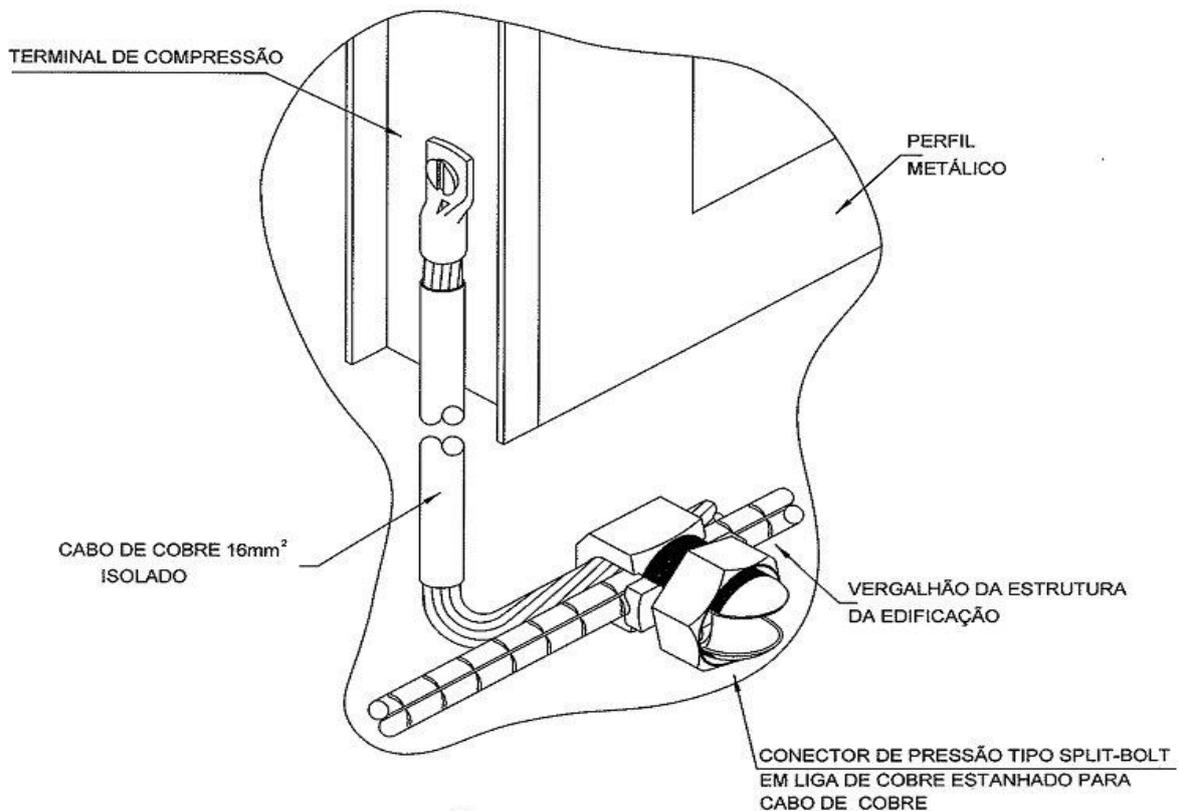
Detalhe 16 – Fixação de barra chata de alumínio e derivação para cabo de cobre com proteção através de tubo de PVC



Detalhe 17 – Utilização do pilar metálico como descida natural

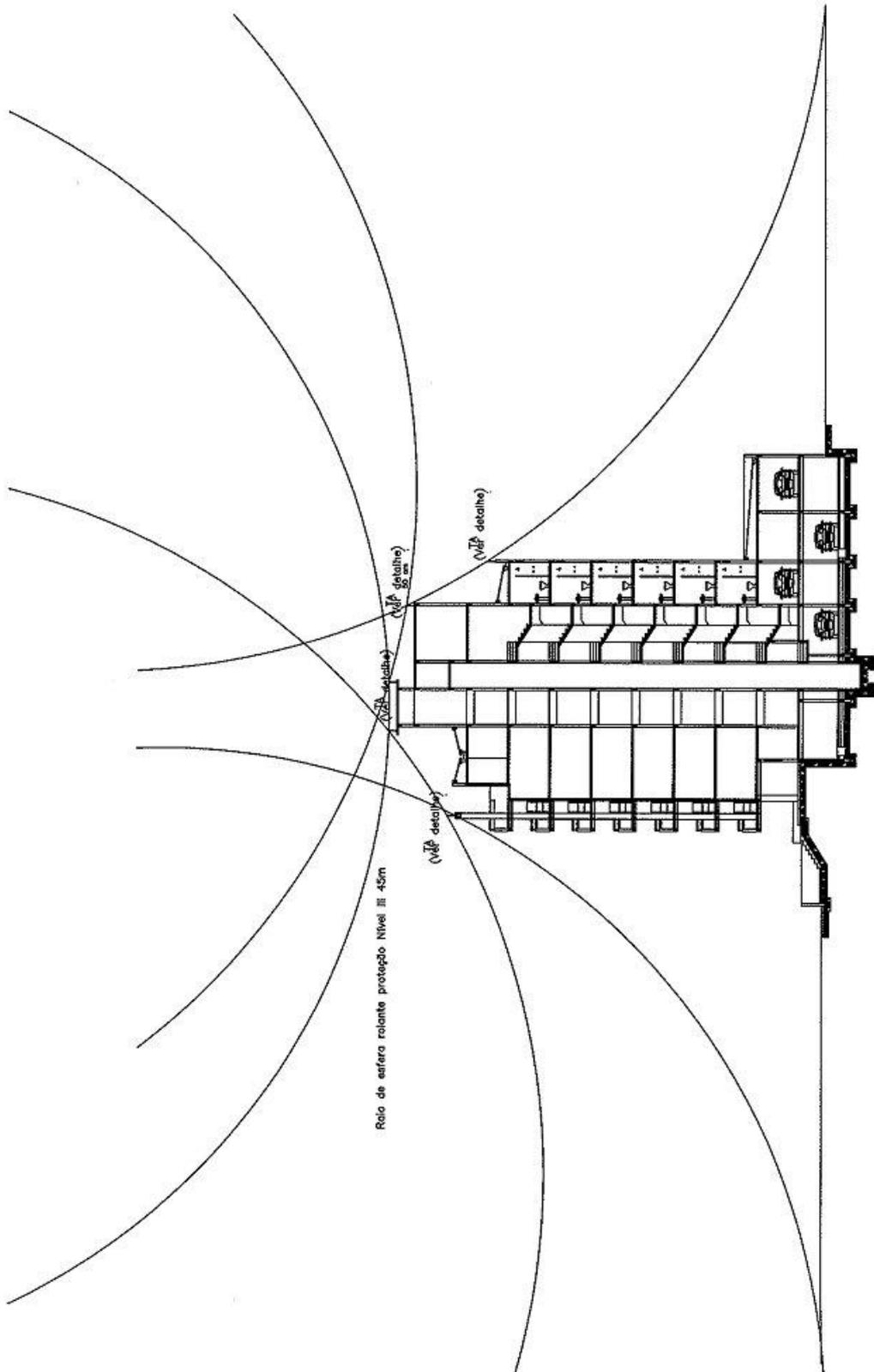


Detalhe 18 – Equalização de janela



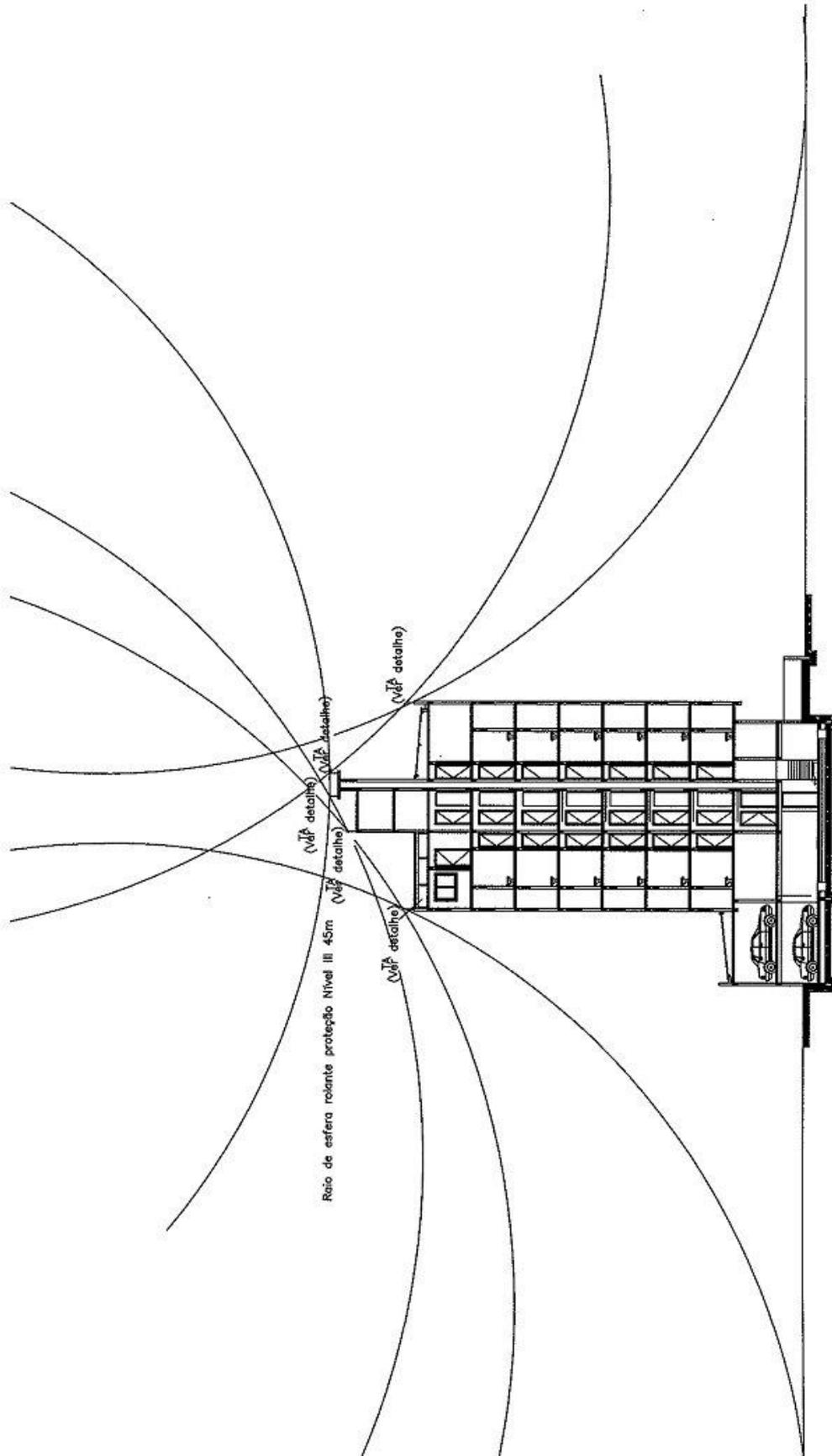
Adaptado de : <http://www.tel.com.br>
 acesso em 19/05/2008

Detalhe 19 – Campo de proteção – método da esfera rolante



CAMPO DE PROTEÇÃO - MÉTODO DA ESFERA ROLANTE
CORTE TRANSVERSAL
s/ esc.

Detalhe 20 – Campo de proteção – método da esfera rolante (corte transversal)



CAMPO DE PROTEÇÃO - MÉTODO DA ESFERA ROLANTE
CORTE TRANSVERSAL
s/ esc.