

CADERNO DE ENCARGOS SUDECAP

CAPÍTULO 11

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E

ELETRÔNICAS

SUMÁRIO

11. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ELETRÔNICAS.....	3
11.1. OBJETIVO	3
11.2. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA	3
11.3. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	4
11.4. PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA.....	19
11.5. CABEAMENTO ESTRUTURADO E TELECOMUNICAÇÕES.....	30
11.6. REFERÊNCIAS	33

11. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E ELETRÔNICAS

11.1. OBJETIVO

Este capítulo do Caderno de Encargos SUDECAP tem como objetivo, estabelecer diretrizes para execução de serviços de instalações elétricas, telefônicas, cabeamento estruturado e proteção de descargas atmosféricas almejando resultado final técnico e em conformidade com as normas pertinentes.

11.2. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

- NBR 5101/12 - Iluminação pública - Procedimento
- NBR 5349/97 - Cabos nus de cobre mole para fins elétricos - Especificação
- NBR 5356/10 - Transformadores de potência - Partes 1 a 5
- NBR 5410/04 - Instalações elétricas de baixa tensão
- NBRISO/CIE 8995-1/13 - Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior
- NBR 5419/15 - Proteção contra descargas atmosféricas - Partes 1 a 4
- NBR 5431/08 - Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas - Dimensões
- NBR 5461/91 - Iluminação
- NBR 5624/11 - Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca
- NBRNM 60884-1/10 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo - Parte 1: Requisitos
- NBR 6323/16 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação/temos
- NBR 6855/09 - Transformador de potencial indutivo
- NBR 6856/15 - Transformador de corrente
- NBR 7285/16 - Cabos de potência com isolamento extrudada de polietileno termofixo (XLPE) para tensão de 0,6 kV/1 kV - Sem cobertura - Especificação
- NBR 8133/10 - Rosca para tubos onde a vedação não é feita pela rosca - Designação, dimensões e tolerâncias
- NBR 9513/10 - Emendas para cabos de potência isolados para tensões até 750 V
- NBR 10067/95 - Princípios gerais de representação em desenho técnico
- NBR 10068/87 - Folha de desenho - Leitura e dimensões
- NBR 10126/87 - Contagem em desenho técnico
- NBR 10582/88 - Apresentação da folha para desenho técnico
- NBR 13231/15 - Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição
- NBR 13571/96 - Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios
- NBR 14039/05 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV
- NBR 14136/13 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada
- NBR 14565/13 - Cabeamento de telecomunicações para edifícios comerciais
- NBR 14936/12 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo - Adaptadores
- NBR 15465/08 - Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão Requisitos de desempenho/ temos
- NBR IEC 60439-1/03 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA)
- NBR IEC 60670-1/14 - Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas - Parte 1: Requisitos gerais

- NBR IEC 62271-102/06 - Equipamentos de alta-tensão - Parte 102: Seccionadores e chaves de aterramento
- NBR ISO 9001/15 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos
- NBR NM 247-3/02 - Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750V, inclusive - Parte 3: Condutores isolados (sem cobertura) para instalações fixas
- ND-5.1 - CEMIG - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária - Rede de distribuição aérea – Edificações individuais
- ND-5.2 - CEMIG - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária - Rede de distribuição aérea – Edificações coletivas
- ND-5.3 - CEMIG - Fornecimento de energia elétrica em tensão primária 15 kV - Rede de distribuição aérea ou subterrânea
- ND-5.5 - CEMIG - Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária - Rede de distribuição subterrânea
- NR 10 - Norma Regulamentadora nº 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade/ atualizada 2016
- ANSI/TIA/EIA 568-A
- ANSI/TIA/EIA 569-A
- Instruções e resoluções dos órgãos do sistema CREA-CONFEA
- Manual do consumidor nº 11 (Materiais padronizados CEMIG)
- NBR 14565/13 - Cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers
- NBR 9130/09 - Fios e cabos telefônicos - ensaio de desequilíbrio resistivo
- NBR 9133 - Cabos para telecomunicações - Atenuação do sinal de transmissão - Método de ensaio
- NBR 10488/16 - Cabo telefônico com condutores estanhados, isolado com termoplástico e com núcleo protegido por capa APL - Especificação
- NBR 16264/16 - Cabeamento estruturado residencial
- NBR 14683-1/12 - Sistemas de subdutos de polietileno (PE) para infraestrutura de telecomunicações - Parte 1: Requisitos para subdutos de parede externa lisa
- NBR 15155-1/13 - Sistemas de dutos de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações - Parte 1: Requisitos para dutos de parede externa lisa
- NBRISO/CIE 8995-1/13 - Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: interior

11.3. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

11.3.1. Condições gerais

É da responsabilidade da CONTRATADA a entrega dos serviços relacionados com a entrada de energia completa, de conformidade com as exigências da Concessionária e da ABNT.

Os materiais e equipamentos adotados devem atender, além das normas pertinentes, ao disposto neste Caderno de Encargos e às exigências de eficiência energética da PBH.

Os materiais e equipamentos devem possuir classe e procedência impressos em placa de identificação ou dispositivo similar, além do nível de eficiência energética.

Para emissão do Termo de Recebimento Provisório da obra, a documentação descrita a seguir deve ser criteriosamente fiscalizada e uma cópia tem que estar anexada ao documento entregue à PBH pela CONTRATADA:

- Manual de operação e manutenção dos equipamentos adquiridos;
- Documentação técnica dos componentes empregados na obra;
- Certificado de garantia dos equipamentos adquiridos.

a. Recebimento e inspeção de equipamentos e materiais

A inspeção para recebimento de materiais e equipamentos poderá ser realizada: no local da obra por processo visual; na fábrica ou em laboratório, por meio de ensaios, a critério da FISCALIZAÇÃO. Neste caso, o FORNECEDOR deverá avisar com antecedência a data da inspeção.

Para o recebimento dos materiais e equipamentos, a CONTRATADA deverá conferir a discriminação constante da nota fiscal ou guia de remessa, com o respectivo pedido de compra, que deverá estar de acordo com as especificações de materiais, equipamentos e serviços.

Material ou equipamento que não atenda às condições do pedido de compra, deverá ser rejeitado.

A inspeção visual para recebimento constitui-se, basicamente, do cumprimento das atividades descritas a seguir:

- Conferência das quantidades e condições dos materiais, que devem estar em perfeito estado, pintados, sem trincas e amassamentos, embalados e outras;
- As áreas de estoque devem ser em locais adequados de acordo com os tipos de materiais, sendo que, materiais sujeitos à oxidação, peças miúdas, fios, luminárias, reatores, lâmpadas, interruptores, tomadas, eletrodutos de PVC e outros deverão estar em local abrigado.

11.3.2. Definições

a. Caixas

Denominam-se caixas, os componentes de uma instalação elétrica, destinados a conter as tomadas e interruptores de corrente, emendas, derivações e passagem de condutores elétricos.

b. Canaletas e dutos plásticos aparentes

São sistemas plásticos aparentes, dotados de uma linha completa de adaptação de caixas, derivações, terminações separadoras, tomadas, interruptores, placas, e os dutos com suas respectivas tampas aparafusadas ou encaixadas, que são instalados aparentes sobre paredes, forros, divisórias, dando um acabamento estético mais adequado, para ambientes que tenham preferencialmente um layout predefinido, e o objetivo seja reformar as instalações existentes.

c. Conduletes

São caixas fabricadas em alumínio ou PVC desenvolvidas para aplicações em instalações elétricas aparentes de baixa tensão em edificações residenciais, comerciais e industriais.

d. Condutor

Um condutor elétrico é considerado um material que faz com que as partículas eletrizadas se movimentem facilmente. Conforme NMR NM 280, os condutores podem consistir de cobre mole com ou sem revestimento metálico e alumínio sem revestimento metálico ou liga de alumínio. São geralmente denominados como fios e cabos.

e. Disjuntor

Um disjuntor é um dispositivo eletromecânico, que funciona como um interruptor automático, destinado a proteger uma determinada instalação elétrica contra possíveis danos causados por curto-circuito e sobrecargas elétricas. A sua função básica é a de detectar picos de corrente que ultrapassem o adequado para o circuito, interrompendo-a imediatamente antes que os seus efeitos térmicos e mecânicos possam causar danos à instalação elétrica protegida.

f. Diferencial Residual (DR)

O Diferencial Residual (DR), também chamado de Interruptor Diferencial Residual (IDR), é um dispositivo de proteção utilizado em instalações elétricas, permitindo desligar um circuito sempre que seja detectada uma corrente de fuga superior ao valor nominal. O DR atua somente em casos de corrente de fuga, não de curtos circuitos.

g. Disjuntor Diferencial Residual (DDR)

O DDR tem a mesma característica do DR, mas como funciona como disjuntor atua também nos casos de curtos circuito.

h. Dispositivos de proteção contra surtos (DPS)

São equipamentos desenvolvidos com o objetivo de detectar sobretensões transitórias na rede elétrica e desviar as correntes de surto.

i. Eletroduto

Elemento de linha elétrica fechada, de seção circular ou não, destinado a conter condutores elétricos providos de isolamento, permitindo tanto a enfição como a retirada destes. Os eletrodutos são suficientemente fechados em toda a sua extensão, de modo que os condutores só possam ser instalados e/ou retirados por puxamento e não por inserção lateral.

j. Eletrocalha

Calhas são estruturas metálicas ou não, com ou sem tampa, destinadas a conter em seus interiores os condutores de um ou mais circuitos elétricos, que deverão suportar perfeitamente as condições ambientais, sendo instaladas de modo a não submeter os condutores elétricos a esforços mecânicos e térmicos.

k. Interruptor

Dispositivo que permite acionar ou interromper a corrente elétrica de um espaço ou lugar. O exemplo mais simples e comum para compreender o sentido deste termo é o de acender e apagar a luz. Os interruptores terão as marcações exigidas pelas normas da ABNT, especialmente o nome do FABRICANTE, a capacidade de corrente (10 A) e a tensão nominal (250 V) da corrente.

l. Minuteria

Dispositivo elétrico, com mecanismo de relógio, que é ajustado para manter um contato elétrico durante certo tempo.

m. Postes de concreto circular ou duplo “T” e postes de aço galvanizado com seção circular

Postes de concreto ou de aço galvanizado com características técnicas que os tornem capazes de suportar em seu topo as luminárias com as lâmpadas e reatores, braços de fixação, suportes e relé fotoelétrico, sem que haja flambagem ou qualquer esforço que os tornem inaptos para instalação.

n. Quadro de distribuição de circuitos (QDC)

Denominam-se quadros aqueles componentes de uma instalação destinados a conterem os dispositivos de manobra e proteção dos circuitos elétricos ou blocos terminais dos circuitos de telefonia.

o. Reatores

Dispositivo com função principal de favorecer o desempenho de lâmpadas fluorescentes atuando como limitador da corrente de lâmpadas, tornando suas características elétricas mais adequadas. O reator eletrônico possibilita uma maior potência luminosa com menor consumo de energia elétrica, aumentando sua durabilidade.

11.3.3. Eletrodutos

É vedado o uso, como eletroduto, de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal. Esta proibição inclui, por exemplo, produtos caracterizados por seus fabricantes como “mangueiras”.

Nas instalações elétricas só são admitidos eletrodutos não-propagantes de chama. Só são admitidos em instalação embutida os eletrodutos que suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada.

Em qualquer situação, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação.

Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares. Isso não exclui o uso de eletrodutos para proteção mecânica, por exemplo, de condutores de aterramento.

As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. A taxa de ocupação do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores;

Os condutores devem formar trechos contínuos entre as caixas, não se admitindo emendas e derivações senão no interior das caixas. Condutores emendados ou cuja isolamento tenha sido danificada e recomposta com fita isolante ou outro material não devem ser enfiados em eletrodutos.

Na montagem das linhas a serem embutidas em concreto armado, os eletrodutos devem ser dispostos de modo a evitar sua deformação durante a concretagem. As caixas, bem como as bocas dos eletrodutos, devem ser fechadas com vedações apropriadas que impeçam a entrada de argamassas ou nata de concreto durante a concretagem.

As junções dos eletrodutos embutidos devem ser efetuadas com auxílio de acessórios estanques aos materiais de construção. Os eletrodutos só devem ser cortados perpendicularmente a seu eixo. Deve ser retirada toda rebarba suscetível de danificar a isolação dos condutores.

Nas juntas de dilatação, os eletrodutos rígidos devem ser seccionados, o que pode exigir certas medidas compensatórias, como, por exemplo, o uso de luvas flexíveis ou cordoalhas destinadas a garantir a continuidade elétrica de um eletroduto metálico.

Os eletrodutos a serem utilizados deverão ser novos, internamente lisos e sem rebarbas, podendo ser metálicos tipo leve ou pesado, metálicos flexíveis, rígidos de PVC ou flexíveis com revestimento de PVC rígido.

Na utilização de eletrodutos rígidos, metálicos ou de PVC, deverão ser atendidas as seguintes orientações:

- Serão instalados de maneira a apresentar um conjunto mecanicamente resistente, de boa aparência quando embutidos, cuidando-se para que nenhuma condição possa danificar os condutores neles contidos;
- Os eletrodutos deverão ser limpos e secos antes da passagem de fiação;
- A tubulação será instalada de maneira a não formar cotovelos, apresentando uma ligeira e contínua declividade para as caixas;
- Serão sempre emendados por meio de luvas, atarraxados até assegurar perfeita continuidade da superfície interna de tubulação e vedação;
- Os eletrodutos subterrâneos deverão ser instalados com declividade mínima de 0,5 % entre caixas de inspeção, de modo a assegurar a drenagem;

a. Eletrodutos metálicos

- Eletrodutos metálicos rígidos de aço galvanizado.

Deverão ser revestidos com banho de zinco fundido e poderão ser utilizados em instalações externas ou subterrâneas em contato direto com o solo. Os eletrodutos metálicos rígidos do tipo pesado e leve deverão obedecer às características das Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Dimensões de eletrodutos rígidos de aço pesado (Fonte: NBR 5597,2013)

Diâmetro Nominal DN mm	Diâmetro Externo De mm	Espessura nominal da Parede mm	Massa teórica do eletroduto Sem luva Kg/m	
			Com revestimento de zinco	Com Revestimento de tinta
15	21,3	2,25	1,093	1,059
20	26,9	2,25	1,414	1,370
25	33,7	2,65	2,088	2,032
32	42,4	3,00	2,989	2,919
40	48,3	3,00	3,437	3,356
50	60,3	3,35	4,812	4,710
65	73,0	3,75	6,534	6,411
80	88,9	3,75	8,035	7,883
90	101,6	4,25	10,386	10,212
100	114,3	4,25	11,741	11,545
125	141,3	5,00	17,063	16,819
150	168,3	5,30	21,611	21,320

Tabela 2 - Dimensões de eletrodutos rígidos de aço leve (Fonte: NBR 5624, 2011)

Diâmetro Nominal DN	Diâmetro externo mm		Espessura de parede teórica mm	Massa teórica Kg/m	Rosca conforme ABNT NBR 8133
	Mínimo	Máximo			
10	16,3	16,5	1,50	0,56	G 3/8
15	20,0	20,7	1,50	0,71	G 1/2
20	25,2	25,6	1,50	0,90	G 3/4
25	31,5	31,9	1,50	1,15	G 1
32	40,5	41,4	2,00	1,99	G 1 1/4
40	46,6	47,6	2,25	2,56	G 1 1/2
50	58,4	59,0	2,25	3,24	G 2
65	74,0	74,9	2,65	4,85	G 2 1/2
80	86,8	87,6	2,65	5,70	G 3
90	99,0	100,0	2,65	6,42	G 3 1/2
100	111,6	113,0	2,65	7,44	G 4

- Utilização

A galvanização dos eletrodutos será pelo processo de imersão à quente, em zinco fundido, conforme NBR 6323.

Deverá ter a superfície interna lisa e isenta de arestas cortantes ou rebarbas.

Os eletrodutos metálicos deverão ser sempre instalados com luvas, buchas e porcas vedadas com adesivo não secativo.

- Eletrodutos metálicos flexíveis

Serão utilizados em ligações de equipamentos elétricos de grande porte, tais como motores, bombas, compressores e geradores, que estão sujeitos a vibração. Não deverão ser embutidos, nem utilizados em partes externas das edificações.

Não serão permitidas emendas em tubos flexíveis, que deverão formar trechos contínuos de caixa a caixa.

b. Eletrodutos plásticos

- Eletrodutos de PVC rígido

Serão de cloreto de polivinila (PVC) rígido, devendo ser fornecidos em conformidade com as tabelas abaixo:

Tabela 3 - Classificação quanto a resistência mecânica (Fonte: NBR 15465, 2008)

Eletroduto	Classe de resistência mecânica
Rígido ^a	Pesado
Flexível	Leve
	Médio
	Pesado
^a Os eletrodutos rígidos e suas conexões devem ser fabricados apenas na classe de resistência mecânica "pesado".	

Tabela 4 - Aplicação dos eletrodutos versus classificação (Fonte: NBR 15465, 2008)

Aplicação	Classificação quanto à resistência mecânica	Classificação quanto à propagação de chama
Tipo A: embutido em laje ou enterrado na área externa da edificação ^a	Médio Pesado	Propagante de chama Não propagante de chama
Tipo B: embutido em Alvenaria ^b	Leve Médio Pesado	Não propagante de chama
Tipo C: aparente ^c	Pesado	Não propagante de chama

^a Tipo A: Aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam confinados, sem a possibilidade de combustão. Para aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam submetidos a esforços de compressão de até 750 N, deve-se utilizar no mínimo a classe de resistência “médio”, para esforços de compressão de até 1 250 N, deve-se utilizar a classe de resistência mecânica “pesado”.

^b Tipo B: Aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam submetidos em alvenaria. Para aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam submetidos a esforços de compressão de até 320 N, deve-se utilizar no mínimo a classe de resistência “leve”, para esforços de até 750 N, deve-se utilizar a classe de resistência mecânica “pesado”.

^c Tipo C: Aplicações em que os eletrodutos e suas conexões ficam aparentes.

Tabela 5 - Codificação de cores (Fonte: NBR 15465, 2008)

Classe de resistência mecânica	Eletrodutos rígidos	Eletrodutos flexíveis corrugados	Eletrodutos flexíveis planos
Leve	---	Amarelo	Amarelo ou preto com faixas coextrudadas amarelas
Médio	---	Ocre/laranja	Ocre/laranja ou preto com faixas coextrudadas ocre/laranja
Pesado	Preto	Preto	Preto ou preto com faixas coextrudadas azuis

NOTA: Os eletrodutos aparentes devem ser na cor cinza e podem ser utilizados embutidos.

Na execução de instalações com eletrodutos de PVC rígido deve ser dada atenção especial à diferença de critério em adotar o diâmetro interno ou externo do tubo para instalações elétricas e de telefonia. Tanto o projeto de telefonia quanto o de instalações elétricas deverá conter a tabela de equivalência de diâmetros.

As extremidades dos eletrodutos, quando não conectados diretamente em caixas ou conexões, deverão ser providas de buchas e arruelas.

c. Sistema de canaletas e dutos plásticos aparentes

Não deverão apresentar descontinuidade ou emendas, ao longo da instalação, devendo-se usar em cada caso, as peças disponíveis na própria linha de fabricação do sistema de canaletas ou de dutos aparentes.

Deve-se atentar durante a execução para a taxa de ocupação de 40% da área útil interna dos dutos ou canaletas a fim de não submeter os condutores a esforços térmicos, acima dos níveis aceitáveis, bem como não submeter o próprio sistema de dutos e canaletas a esforços de espaço interno que levam à danificação da instalação.

d. Instalação subterrânea com eletrodutos, canaletas e galerias

Os dutos serão assentados de modo a resistirem aos esforços externos e aos provenientes da instalação dos tubos, observando as condições próprias do terreno.

A junção dos dutos de uma mesma linha será executada mantendo-se o alinhamento e a estanqueidade, tomando-se precauções para evitar rebarbas internas.

Nas passagens do exterior para o interior dos edifícios, pelo menos a extremidade interior da linha, será

convenientemente fechada, para impedir a entrada de água e de pequenos animais.

As canaletas deverão ser construídas com o fundo em desnível e ser providas de meios para drenagem em todos os pontos baixos capazes de coletar água. Deverão ser fechadas com tampa para impedir a entrada de água e corpos estranhos e serem assentadas de modo a resistirem a esforços externos.

11.3.4. Caixas

Devem ser empregadas caixas:

- Em todos os pontos da tubulação onde houver entrada ou saída de condutores, exceto nos pontos de transição de uma linha aberta para a linha em eletrodutos, os quais, nestes casos, devem ser rematados com buchas;
- Em todos os pontos de emenda ou de derivação de condutores;
- Sempre que for necessário segmentar a tubulação.

A localização das caixas deve ser de modo a garantir que elas sejam facilmente acessíveis.

11.3.5. Dispositivos de proteção contra surtos (DPS)

Nos casos em que for necessário o uso de DPS e nos casos em que esse uso fizer parte da instalação fixa, mas não estiver alojado em quadros de distribuição (por exemplo, incorporados a tomadas de corrente), sua presença deve ser indicada por meio de etiqueta ou algum tipo de identificador similar, na origem ou o mais próximo possível da origem do circuito no qual se encontra inserido.

11.3.6. Disjuntores em caixa moldada, de baixa tensão

Serão instalados no interior dos quadros de distribuição e geral.

Deverão obedecer às características de tensão, corrente e frequência nominais. A capacidade de interrupção de curto-circuito simétrica deverá ser condizente com as características nominais de ajuste e variação de acordo com o número de pólos do disjuntor.

11.3.7. Disjuntores interruptor de corrente diferencial residual à terra (dispositivo DR)

Correntes de fuga anormais que provocam riscos às pessoas, aumento do consumo de energia, aquecimento indevido, destruição da isolamento e em último estágio incêndio, são monitorados e desligados pelo dispositivo DR. Funciona como um sensor que mede as correntes que entram e saem do circuito.

Em condições normais a soma das correntes que saem da fonte em direção à carga deve ser igual à soma das correntes que retornam à fonte depois de passarem pela carga, resultando em corrente total nula. Em condições de volta à terra parte da corrente que sai da fonte flui para terra através de alguma falha de isolamento do condutor ou contato humano com partes “vivas” da instalação. Nestas condições, a corrente que retorna à fonte é menor, causando um diferencial no dispositivo DR que irá atuar retirando o circuito de funcionamento.

O dispositivo DR deve ser instalado em associação com os disjuntores do quadro de distribuição, de forma a proporcionar uma proteção completa contra sobrecarga, curto-circuito e falta à terra.

A instalação destes dispositivos deve ser efetuada por técnico especializado. Todos os condutores (fases e neutro) que constituem a alimentação da instalação a proteger devem ser ligados ao DR, conforme esquema fornecido pelo FABRICANTE.

Após à conexão do neutro ao DR este condutor não pode mais ser aterrado.

A NBR 5410 recomenda e regulamenta a utilização destes dispositivos e suas prescrições devem, então, ser atendidas.

11.3.8. Tomadas e adaptadores

As tomadas e adaptadores adotados nas instalações elétricas devem estar em conformidade com os preceitos das NBR 14136, NBR 14936, NBR NM 60884-1 e NBR 6147.

11.3.9. Tecnologia das Luminárias e lâmpadas

O LED - *Light Emitting Diode* – oferece vantagens absolutas de desempenho quando comparado às demais tecnologias de iluminação. Em função do módulo eletrônico empregado, a durabilidade estimada pode chegar até 100 mil horas de uso. Para a iluminação pública, 50 mil horas. Em aplicação geral, 25 mil horas de uso.

A complexa infraestrutura industrial requerida para a produção das lâmpadas convencionais, como o bulbo contendo gases e/ou camadas protetoras e substâncias tóxicas (mercúrio, chumbo etc.), criou,

historicamente, elevadas barreiras de entrada no setor de iluminação. Tal situação não se verifica na tecnologia LED, na qual fabricantes de equipamentos eletrônicos se tornam elegíveis a fabricar lâmpadas, módulos e luminárias (U.S. DOE, 2012a).

11.3.10. Iluminação pública de ruas, praças e parques

O Município de Belo Horizonte – MG endereçou a Iluminação Pública (IP) em conjunto com as funcionalidades para as cidades digitais. Através de Parceria Público Privada (PPP) firmou um Contrato de concessão administrativa para prestação dos serviços de iluminação pública na cidade, incluindo desenvolvimento, modernização, ampliação, eficiência energética, operação e manutenção da Rede Municipal de Iluminação Pública, bem como implantação e operação de um Sistema de Telegestão para controle e gestão remota das unidades de iluminação pública e de informações.

A BHIP é a Concessionária dos serviços de IP e, além dos serviços de modernização e manutenção da rede, é a responsável pelos Serviços Complementares de IP.

O Departamento de Iluminação Pública da SUDECAP (DPIP-SD) é o setor responsável pela gestão do Contrato da PPP e pelos processos de Serviços Complementares de IP, incluindo avaliação e aprovação de serviços de:

a. Ampliação da Rede Municipal de IP

Os serviços estão atrelados às necessidades de expansão da rede municipal de iluminação pública devido à expansão do sistema viário ou resultante de obras de infraestrutura urbana do município, ou utilidade, deficiência ou urgência em situações específicas.

A demanda por ampliação da rede municipal de iluminação pública pode ser originada em ações da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH) e seus órgãos, tais como obras de infraestrutura, em ações de modificação do uso do solo, como loteamentos e empreendimentos habitacionais, e mesmo em ações individuais ou coletivas de municípios, ou mesmo por solicitação do Poder Legislativo Municipal.

As demandas de ampliação da Rede Municipal de IP devem ser direcionadas à DPIP-SD.

b. Incorporação de unidades de IP

Os serviços de operação e manutenção de unidades de iluminação pública adicionais (incorporação) na rede municipal de iluminação pública se dão após a conclusão dos serviços de ampliação realizados pela concessionária ou quando da eventual transferência à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte de unidades de iluminação pública implantadas por terceiros.

As demandas de incorporação de unidades de IP na Rede Municipal de IP devem ser direcionadas à BHIP.

c. Realocação de unidades de IP

O serviço de realocação de unidades de iluminação pública ocorre quando da necessidade técnica ou emergencial de retirada dos pontos de iluminação pública incluídos no cadastro da rede municipal de iluminação pública, para posterior reinstalação.

As demandas de Realocação de unidades de IP na Rede Municipal de IP devem ser direcionadas à DPIP-SD.

Os padrões de luminárias para iluminação pública foram definidos através desta PPP e estão disponíveis no sítio <http://www.bhip.com.br/informacoes-tecnicas/>.

Estes padrões estabelecem as condições gerais e os requisitos técnicos necessários ao fornecimento de Luminárias LED para a aplicação no parque de iluminação pública do município de Belo Horizonte, definindo critérios mínimos de aceitabilidade para garantir a eficácia na aplicação dos produtos.

11.3.11. Condutores e acessórios

Os condutores devem formar trechos contínuos entre as caixas, não se admitindo emendas e derivações senão no interior das caixas. Condutores emendados ou cuja isolamento tenha sido danificada e recomposta com fita isolante ou outro material não devem ser enfiados em eletrodutos.

Na montagem das linhas a serem embutidas em concreto armado, os eletrodutos devem ser dispostos de modo a evitar sua deformação durante a concretagem. As caixas, bem como as bocas dos eletrodutos, devem ser fechadas com vedações apropriadas que impeçam a entrada de argamassas ou nata de concreto durante a concretagem.

A enfição dos condutores só deve ser iniciada depois que a montagem dos eletrodutos for concluída, não podendo restar nenhum serviço de construção suscetível de danificá-los e a linha for submetida a uma limpeza

completa.

Para facilitar a enfição dos condutores podem ser utilizados:

- Guias de puxamento; e/ou
- Talco, parafina ou outros lubrificantes que não prejudiquem a isolação dos condutores.

Os condutores que estiverem sujeitos às solicitações mecânicas acidentais deverão possuir proteções contra esforços longitudinais e transversais.

Os condutores terão suas seções transversais determinadas pela escala milimétrica e atenderão o disposto na NBR 5410.

Todos os condutores isolados ou não serão identificados por cores ou etiquetas coloridas. A identificação por cores seguirá a seguinte tabela:

Tabela 6 - Padronização das cores dos condutores. (Fonte: Adaptado de NBR 5410, 2004)

IDENTIFICAÇÃO	COR
Fase R	Vermelho
Fase S	Branco
Fase T	Preto
Neutro	Azul claro
Neutro aterrado (PEN)	Azul-claro, com anilhas verde-amarelo
Proteção	Verde-amarelo ou verde
Retorno	Amarelo-cinza

As fitas para emendas ou derivações poderão ser:

- Plásticas - tira de matéria plástica de cloreto de polivinila, coberta num dos lados por substância adesiva;
- De elastômeros - elastômero em forma de fita.

a. Instalação

Os condutores deverão ser instalados de forma a evitar que sofram esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência, isolamento ou revestimento. Nas deflexões os condutores serão curvados segundo raios iguais ou maiores do que os mínimos admitidos para seu tipo.

O isolamento das emendas e derivações deverá ter características, no mínimo, equivalentes às dos condutores usados.

Todos os condutores deverão ser instalados de maneira que, quando completada a instalação, o sistema esteja livre de curto-circuito.

Os condutores para ligação à terra de equipamentos fixos poderão ou não fazer parte do cabo multipolar alimentador do mesmo. Deverão ser instalados de forma a ter assegurada sua proteção mecânica e a não conter qualquer dispositivo capaz de causar ou permitir sua interrupção.

Os barramentos indicados no projeto serão constituídos por peças rígidas de cobre eletrolítico nu, cujas diferentes fases serão caracterizadas por cores convencionais.

As emendas de cabos e fios só poderão ser efetuadas em caráter excepcional, previamente autorizadas pela FISCALIZAÇÃO. Deverão possuir resistências de isolamento pelo menos igual à dos condutores e garantir a inexistência de queda de tensão e/ou aquecimento. Serão sempre executadas em caixas especialmente designadas para esse fim.

a.1. Instalação de cabos

Os condutores deverão ser identificados com o código do circuito por meio de indicadores tipo anilha, firmemente presos, em caixas de junção, chaves e onde mais se faça necessário.

As emendas dos cabos de 240 V a 1000 V serão executadas com conectores de pressão ou luvas de aperto ou compressão. As emendas, exceto quando feitas com luvas isoladas, deverão ser revestidas com fitas de

borracha moldável até se obter uma superfície uniforme sobre a qual serão aplicadas, em meia sobreposição, camadas de fita isolante adesiva. A espessura da reposição do isolamento deverá ser igual ou superior à camada isolante do condutor. As emendas dos cabos com isolamento superior a 1000 V deverão ser executadas conforme recomendações do FABRICANTE.

Circuito de áudio, radiofrequência e de computação deverão ser afastados de circuitos de força, tendo em vista a ocorrência de indução, de acordo com os padrões aplicáveis a cada classe de ruído. As extremidades dos condutores nos cabos não deverão ser expostas à umidade do ar ambiente, exceto pelo espaço de tempo estritamente necessário à execução de emendas, junções ou terminais.

a.2. Instalação de cabos em linhas aéreas

Para linhas aéreas, quando admitidas nas distribuições exteriores, os cabos deverão ser empregados com proteção à prova de tempo, suportados por isoladores apropriados, fixados em postes ou em paredes. O espaçamento entre os suportes não excederá 20 metros, salvo especificação expressa em contrário.

a.3. Instalação de cabos em dutos e eletrodutos

A enfição de cabos deverá ser precedida de conveniente limpeza dos dutos e eletrodutos, com ar comprimido ou com passagem de bucha embebida em verniz isolante ou parafina. O lubrificante para facilitar a enfição, se necessário, deverá ser adequado à finalidade e compatível com o tipo de isolamento dos condutores.

Emendas ou derivações de condutores só serão aprovadas em caixas de junção. Não serão permitidas, de forma alguma, emendas dentro de eletrodutos ou dutos.

11.3.12. Implantação Padrão entrada e medição - edificações individuais

Alimentadas em baixa tensão (220/127 V) por rede aérea de distribuição devem estar de acordo com a última versão da norma ND-5.1 CEMIG e com os comunicados técnicos pertinentes dessa Concessionária. As unidades consumidoras atendidas conforme as prescrições da ND-5.1 terão o seu projeto elétrico obrigatoriamente submetido à aprovação da CEMIG, no caso de carga instalada superior a 75kW e/ou de desmembramento em mais unidades, o que implica em atendimento conforme a norma ND-5.2.

A subestação para atendimento em Média Tensão (MT) possui custos de manutenção e implantação maiores que os do padrão de energia em Baixa Tensão (BT). Em decorrência, as unidades consumidoras só deverão ser atendidas por MT nos casos em que a BT for inviável ou em situações onde ocorra uma das condições:

- Cargas que exigem alimentação com níveis de tensão além dos limites da Baixa Tensão disponibilizada pela Concessionária;
- Simulações de fatura de energia, conforme horário de funcionamento e demanda e verificar que a tarifa binômia (demanda + consumo) apresenta vantagens financeiras em relação a tarifa monômia (consumo apenas).

a. Ligação de obras

Ligação efetuada com medição, sem prazo definido, para atender obras de construção ou reforma de edificação, cuja solicitação acompanhamento e ônus são de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA.

O padrão de entrada corresponderá a um dos tipos definidos na ND-5.1 CEMIG, sendo o mais indicado o padrão instalado em poste.

b. Consulta Prévia

A CONTRATADA, de posse do Projeto Elétrico da Edificação, antes de construir ou adquirir os materiais para execução do padrão de entrada, deverá obter da CEMIG informações sobre as condições locais de fornecimento de energia.

A CEMIG possui normas e procedimentos que contém os materiais e equipamentos aprovados para uso nos padrões de entrada. Estes procedimentos são periodicamente revisados sem aviso prévio. Portanto, é necessário que a CONTRATADA se certifique que se trata da última versão.

c. Pedido da ligação definitiva do padrão de entrada

Após cumprida a etapa descrita no item acima, a CONTRATANTE, por intermédio da SUDECAP, solicitará a formalização do pedido de ligação, conforme formulário específico da CEMIG.

O pedido, com os anexos exigidos, será enviado à CEMIG pela SUDECAP. A CEMIG se reserva o direito de vistoriar as instalações elétricas internas do local.

d. Ligações provisórias

São as ligações efetuadas sem medição e por prazos pré-estabelecidos pelo solicitante.

Destinam-se a ligações de parques de diversão, circos, feiras e exposições, solenidades festivas, vendedores ambulantes e obras públicas com demanda inferior a 150 kVA. Para solenidades festivas, utilizar o ED-5.2 - Estudo de Distribuição; capítulo 5, "Ligações provisórias em baixa tensão sem medição - barraquinhas". A instalação do padrão provisório deve atender as prescrições da norma ND-5.1 CEMIG.

e. Ligação definitiva

É a ligação do padrão de entrada, com o desligamento do padrão de obra.

f. Aumento de carga

É permitido o acréscimo de carga existente até o limite de faixa de demanda provável a ser atendida pelo padrão de entrada existente (ver ND-5.1 CEMIG).

Acrescimos de carga superiores aos descritos na referida ND devem ser solicitados à CEMIG para análise das modificações que se fizerem necessárias na rede e no padrão de entrada.

No caso de previsão de aumento de carga, a caixa para medição polifásica, eletrodutos, condutores e poste/pontaletes já poderão ser instalados de acordo com a previsão. Quando do aumento efetivo da demanda será alterado somente o disjuntor do padrão.

g. Desmembramento de medições

A edificação individual que a qualquer tempo venha a ser subdividida ou transformada em edificação de uso coletivo ou em agrupamento de consumidores deve ter seu padrão de entrada alterado de acordo com as prescrições da ND-5.2 CEMIG.

As instalações elétricas das unidades consumidoras a serem desmembradas, devem ser alteradas para adequação de medição e proteção individual, observadas as condições não permitidas.

No caso de edificações geminadas, as unidades consumidoras só poderão ser desmembradas em entradas de serviço distintas, caso haja separação física entre elas ao longo de todo o terreno (muro, parede, cerca ou qualquer limitação física existente). Caso contrário, as unidades devem ser atendidas por uma única entrada de serviço, dimensionada pela da ND-5.2 da CEMIG.

h. Condições não permitidas

Não são permitidas, sob pena de corte no fornecimento de energia:

- Interligação entre instalações elétricas internas de consumidores distintos, mesmo que o fornecimento seja gratuito;
- Interferência de pessoas não credenciadas pela CEMIG nos equipamentos de medição e lacres;
- Instalação de condutores ligados antes do medidor para ligações em instalações do consumidor ("gatos");
- Utilização de uma única medição para edificações distintas, ou colocação de mais de um medidor para uma única edificação;
- Ligação de cargas que excedam o limite de fornecimento estabelecido no dimensionamento do padrão de entrada;
- Ligações que não constem na relação de cargas e que venham a causar perturbações indesejáveis na rede CEMIG e cargas geradoras de correntes harmônicas.

Em qualquer dessas condições a CEMIG poderá cortar o fornecimento de energia e/ou notificar o consumidor que os custos das alterações necessárias no sistema serão de sua responsabilidade.

11.3.13. Implantação Padrão entrada e medição - edificações coletivas

Aplica-se nos seguintes casos:

- Edificações de uso coletivo, alimentadas em baixa tensão (220/127 V) por rede aérea de distribuição (norma a adotar: ND-5.2 CEMIG), com qualquer número de unidades consumidoras, incluindo-se as que possuem carga instalada superior a 75 kW;
- Edificações agrupadas, com área comum de circulação, mas que não geram medição de carga de condomínio;

- Edificações geminadas.

Excetuam-se:

- Unidades consumidoras sem área comum de circulação o atendimento é individual e a norma a adotar será a ND-5.1 da CEMIG;
- Unidades consumidoras localizadas em áreas de transmissão de rede aérea para subterrânea a norma a adotar será a ND-5.5 da CEMIG;
- Todo e qualquer projeto elétrico de edificações coletivas deve ser previamente aprovado pela CEMIG.

a. Ligação de obras

As orientações são as mesmas do subitem 11.3.12.a. Neste caso, o pedido de ligação de obra fica também condicionado a apresentação dos seguintes documentos:

- Relação de cargas para a ligação definitiva de agrupamentos com até 3 unidades consumidoras, sem proteção geral (ver tabela 3, página 6-3 da ND-5.2 CEMIG);
- Projeto elétrico aprovado;
- Planta de situação e localização para edificações com mais de 1 pavimento e construídas do mesmo lado da rede da CEMIG.

b. Consulta prévia

Para o caso de consumidor coletivo são válidas as mesmas orientações descritas no subitem 11.3.12.b. Para consumidores individuais, acrescenta-se o envio do projeto elétrico previamente aprovado.

c. Pedido de ligação definitiva de cada unidade consumidora

As orientações são as mesmas do subitem 11.3.12.c.

A ligação de cada unidade consumidora será efetuada pela CEMIG somente após o pedido formal de seus proprietários/consumidores.

d. Aumento de carga

As orientações são as mesmas do subitem 11.3.12.f., no entanto a norma a ser seguida é a ND-5.2 CEMIG.

11.3.14. Edificações coletivas alimentadas em tensão primária 15 kV

Edificações individuais ou pertencentes a unidades coletivas alimentadas em tensão primária 15 kV, por redes aéreas ou subterrâneas (norma a adotar ND-5.3 CEMIG).

Deverão ser adotadas as prescrições da norma ND-5.3 CEMIG relativas ao pedido de ligação e à aprovação da subestação consumidora executada.

Excetua-se o atendimento em tensão secundária (220/127 V) por rede subterrânea, em que a regulamentação a ser consultada é a ND-5.5 CEMIG.

11.3.15. Controle no recebimento das instalações elétricas

Eventuais alterações em relação ao projeto somente poderão ser aceitas se aprovadas pelo FISCAL DA OBRA e pelo FISCAL DE PROJETOS. A aprovação acima referida não isenta a CONTRATADA de sua responsabilidade.

A FISCALIZAÇÃO poderá efetuar a inspeção de recebimento das instalações, conforme prescrição do capítulo 7 da NBR 5410. Segue alguns itens que poderão ser examinados:

- Instalação dos condutores no que se refere as bitolas, aperto dos terminais e resistência de isolamento, cujo valor deverá seguir as prescrições da NBR 5410.
- Todos os condutores do mesmo circuito (fase, neutro e terra) colocados no mesmo eletroduto.
- Sistema de iluminação e tomadas no que se refere a localização, fixações, acendimentos das lâmpadas e energização das tomadas.
- Quadros de distribuição quanto à operação dos disjuntores, aperto dos terminais dos condutores, proteção contra contatos diretos e funcionamento de todos os circuitos com carga total. Etiquetas de identificação dos circuitos, a placa de identificação do quadro, a facilidade de abertura e fechamento da porta, bem como o funcionamento do trinco e fechadura.
- Funcionamento de todos os aparelhos fixos e dos motores, observando o seu sentido de rotação e

as condições de ajuste dos dispositivos de proteção.

- Instalação dos para-raios, as conexões das hastes com os cabos de descida, o caminhamento dos cabos de descida e suas conexões com a malha de terra.
- Malha de terra para verificação do aperto das conexões, quando acessíveis, sendo realizada a medição da resistência de aterramento.
- Montagem da subestação:
 - Fixação dos equipamentos;
 - Espaçamentos e isolamentos entre fases e terra;
 - Condições e ajustes dos dispositivos de proteção;
 - Existência de esquemas, placas de advertência de perigo, proibição a entrada de pessoas não autorizadas e outros avisos;
 - Aperto das conexões dos terminais dos equipamentos e dos condutores de aterramento;
 - Operação mecânica e funcionamento dos intertravamentos mecânicos e elétricos;
 - Facilidade de abertura e fechamento da porta e funcionamento do trinco e fechadura;
 - Comprovar a colocação de buchas e arruelas nos conduítes e caixas;
 - Verificar a posição certa das caixas de passagem indicadas no projeto e se faceiam a superfície de acabamento previsto para paredes e pisos;
 - Exigir a colocação de fios de arame galvanizado nas tubulações em que os cabos serão passados posteriormente;
 - Acompanhar a realização de todos os testes previstos nas instalações analisando os seus resultados, se necessário com o auxílio do FISCAL DE PROJETOS.

A FISCALIZAÇÃO também deve verificar os requisitos da instrução PROC IBR EDIF 044/2015 conforme citado abaixo:

a. Na fase de execução das Fundações

- Previsão para passagem de dutos da rede do térreo a ser embutida no solo;
- Assentamento de dutos da rede do térreo em conformidade com o projeto, quando esta for feita conjuntamente com as fundações.

b. Na fase execução da Estrutura

- Instalação de eletrodutos que traspassam as vigas e/ou lajes nos trechos de passagem das prumadas, de acordo com o dimensionamento e localização previstos em projeto;
- Correta fixação nas formas dos eletrodutos e caixas de passagem;
- Existência de redução significativa na seção do eletroduto (amassamento) nas curvaturas;
- Quando do emprego de eletroduto plástico flexível a existência de proteção para evitar o seu achatamento nas curvaturas ou por compressão de passagem de carrinhos e outros equipamentos;
- Tamponamento das extremidades dos eletrodutos com vedações apropriadas para evitar entrada de nata ou argamassa durante a concretagem;
- Colocação de arame galvanizado ou similar próprio para guia.

c. Na fase de execução das Alvenarias

- Se a instalação dos eletrodutos de distribuição, caixas e quadros está de acordo com a bitola e localização previstos em projeto;
- Se não há interferência das descidas das tubulações na abertura das paredes e vão de portas e janelas;
- Se os cortes dos eletrodutos que chegam aos quadros geral e de distribuição são perpendiculares ao eixo longitudinal e se as suas extremidades são dotadas de roscas, sem rebarbas;
- Utilização de luvas, buchas e arruelas de acordo com recomendação do fabricante;

- Tamponamento das extremidades dos eletrodutos para evitar entrada de nata ou argamassa;
- Existência de passagem na prumada alimentadora (*shafts*) quando não houver previsão de rasgos ou furos de passagem nos elementos estruturais;
- Colocação de arame galvanizado ou similar próprio para guia.

Quando a identificação da bitola do eletroduto não for possível por meio de inspeção visual deve ser verificada mediante a utilização de instrumentos de medição adequado.

d. Condutores Elétricos (fios e cabos)

- Execução dos circuitos em conformidade com o projeto, especialmente com relação às seções, conforme indicação ao longo dos condutores;
- Emendas dos condutores (solda ou conector) e seu isolamento nas caixas de passagem;
- Observância de cores distintas para os condutores elétricos (neutro, fase, terra e retorno);
- Identificação nos pontos terminais dos condutores;
- Circuitos independentes nos pontos de tomada de uso específico (disjuntores específicos).

Quando a identificação da bitola do fio ou cabo condutor não for possível por meio de inspeção visual deve ser verificada mediante a utilização de instrumentos de medição.

Em relação aos eletrodutos e condutores, a verificação pode ser feita através de medição expedita utilizando-se trena ou instrumento similar, somando-se o comprimento desses itens, em paredes, tetos, pisos, solos ou *shafts*. O levantamento feito deve ser comparado com os projetos existentes, planilha orçamentária e boletins de medição.

e. Pontos de Iluminação

- Locação correta das caixas dos pontos de luz e quantidade, conforme estabelecido em projeto e sua fixação e proteção (com papel, por exemplo);
- Se as características, quantidade e qualidade das luminárias instaladas satisfazem às recomendações e especificações técnicas contidas no projeto.

A verificação das quantidades dos pontos de iluminação, interruptores, pontos de tomada e de outras caixas e quadros deverá ser feita por meio de contagem. O levantamento feito deve ser comparado com os projetos existentes, planilha orçamentária e boletins de medição.

f. Interruptores e Pontos de Tomada de Corrente

- Se as quantidades, características e qualidade dos interruptores e pontos de tomada de corrente instaladas atendem às recomendações contidas no projeto e especificações técnicas, inclusive a fixação dos interruptores e tomadas de corrente com utilização de parafusos apropriados;
- Prumo e alinhamento das placas das caixas de interruptores e tomadas de corrente.

g. Quadros de distribuição e medição

- Instalação dos dispositivos de proteção (disjuntores) em conformidade com o projeto (quantidade e capacidade de interrupção de corrente) e colocação das portinholas nos quadros;
- Nivelamento e alinhamento dos quadros e caixas;
- Identificação dos circuitos através de marcadores (anilhas) ou etiquetas;
- Execução dos quadros dos medidores em conformidade com o projeto aprovado na concessionária de energia local.

11.3.16. Critérios de levantamento, medição e pagamento

a. Levantamento (quantitativo para projeto)

A relação de materiais (completa) será parte integrante do projeto de instalações elétricas, devendo ser elaborada pelo próprio projetista conforme critério a seguir descrito.

a.1. Tubulações

O serviço será levantado no projeto de instalação elétrica, por metro linear de tubulação a ser instalada, incluindo conexões, mão de obra e procedimentos anteriormente listados.

a.2. Fiação e cabeamento

O serviço será levantado no projeto de instalação elétrica, por metro linear de fiação e/ou cabeamento, a ser instalado com sobra estimada de 20 cm em cada caixa de passagem incluindo mão de obra e procedimentos anteriormente citados.

a.3. Peças e acessórios

O serviço será levantado no projeto de instalação elétrica, por unidade efetivamente instalada incluindo todos os materiais, mão de obra e procedimentos anteriormente listados, necessários à execução dos serviços. Serão considerados neste item as caixas, quadros de distribuição, barramentos, condutores, disjuntores, chaves, interruptores e tomadas, luminárias, reatores, lâmpadas e outros complementos para luminária.

Somente o quadro geral de baixa tensão QGBT será levantado por unidade instalada completa, com todos os seus componentes, disjuntores, barramento com a capacidade de corrente adequada e disjuntor geral, o qual seguirá as especificações do projeto e deverá ser executado por empresa especializada. No projeto deverá constar o diagrama trifilar e o número de reservas previstas para o caso de revisões futuras que se fizerem necessárias.

a.4. Padrões de entrada de energia

Serão levantados por unidade a ser instalada especificando-se a demanda.

a.5. Postes

Os postes serão levantados por unidade instalada especificando-se a altura livre e suas características principais de acordo com o projeto.

b. Medição

Será efetuada aplicando-se o mesmo critério de levantamento.

Em hipótese nenhuma será medido em separado qualquer tipo de conexão.

As instalações só serão medidas após serem devidamente testadas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

c. Pagamento

c.1. Tubulações

O serviço será pago pelo preço unitário contratual que contempla a tubulação a ser instalada todas as conexões, buchas, arruelas, demais acessórios, mão de obra, encargos e os procedimentos anteriormente listados.

c.2. Fiação e cabeamento

O serviço será pago pelo preço unitário contratual que contempla a fiação e/ou cabeamento a ser instalado, o fornecimento de todos os materiais, mão de obra e procedimentos anteriormente listados.

c.3. Peças e acessórios

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, da unidade efetivamente instalada, que contempla todos os materiais, mão de obra e procedimentos anteriormente listados, necessários à execução dos serviços. Serão considerados neste item as caixas, quadros de distribuição, barramentos, condutores, disjuntores, chaves, interruptores e tomadas, luminárias, reatores, lâmpadas e outros complementos para luminária.

O quadro geral de baixa tensão será pago pelo preço unitário contratual, que contempla o fornecimento e colocação de todos os seus constituintes, como disjuntores, barramento com a capacidade de corrente adequada e disjuntor geral, e toda a mão de obra de montagem e instalação.

c.4. Padrões de entrada de energia

Serão pagos pelo preço unitário contratual que contempla o fornecimento de todos os materiais necessários à sua instalação, seguindo as normas da CEMIG em função de sua capacidade e de acordo com as prescrições construtivas de projeto.

c.5. Postes

Os postes serão pagos pelo preço unitário contratual que contempla o fornecimento dos materiais e mão de obra necessários à sua instalação, observando-se os procedimentos anteriormente listados.

11.4. PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA

11.4.1. Definições

Para os efeitos deste documento aplicam-se os seguintes termos e definições.

a. Dispositivo de proteção contra surto (DPS)

Dispositivo destinado a limitar as sobretensões e desviar correntes de surto. Contém pelo menos um componente não linear.

b. Eletrodo de aterramento

Parte ou conjunto de partes do subsistema de aterramento capaz de realizar o contato elétrico direto com a terra dispersando a corrente da descarga atmosférica.

c. Equipotencialização

Conjunto de medidas que visa a redução das tensões nas instalações causadas pelas descargas atmosféricas a níveis suportáveis para essas instalações e equipamentos por elas servidos, além de reduzir riscos de choque elétrico. Tais medidas consistem tipicamente em ligações entre partes metálicas das instalações e destas ao SPDA, direta ou indiretamente (por meio de DPS), envolvendo massas metálicas de equipamentos, condutores de proteção, malhas de condutores instaladas sob ou sobre equipamentos sensíveis, blindagens de cabos e condutos metálicos, elementos metálicos estruturais, tubulações metálicas entre outros.

d. Instalações metálicas

Elementos metálicos ao longo da estrutura a ser protegida que podem se tornar caminho para a corrente da descarga atmosférica, como tubulações, escadas, trilhos dos elevadores, coifas, dutos de ar condicionado, armadura de aço da estrutura e peças metálicas estruturais.

e. Medidas de proteção contra surtos (MPS)

Medidas a serem tomadas para proteger os sistemas internos contra os efeitos dos LEMP. É uma parte da proteção contra descargas atmosféricas.

f. Proteção contra descarga atmosférica (PDA)

Sistema completo para proteção de estruturas contra as descargas atmosféricas, incluindo seus sistemas internos e conteúdo, assim como as pessoas, em geral consistindo em SPDA e MPS

g. Pulso eletromagnético devido às descargas atmosféricas (*Lightning Electromagnetic Impulse – LEMP*)

Todos os efeitos eletromagnéticos provocados pelas correntes das descargas atmosféricas via acoplamento resistivo, indutivo e capacitivo, que criem surtos e campos eletromagnéticos.

h. Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)

Sistema utilizado para reduzir danos físicos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura. Um SPDA consiste em sistemas externo e interno de proteção contra descargas atmosféricas.

i. Subsistema de aterramento

Parte de um SPDA externo que é destinada a conduzir e dispersar a corrente da descarga atmosférica na terra.

11.4.2. Considerações gerais

Não há dispositivos ou métodos capazes de modificar os fenômenos climáticos naturais a ponto de se prevenir a ocorrência de descargas atmosféricas. As descargas atmosféricas que atingem estruturas (ou linhas elétricas e tubulações metálicas que adentram nas estruturas) ou que atingem a terra em suas proximidades são perigosas às pessoas, às próprias estruturas, seus conteúdos e instalações. Portanto, medidas de proteção contra descargas atmosféricas devem ser consideradas.

A necessidade de proteção, os benefícios econômicos da instalação de medidas de proteção e a escolha das medidas adequadas de proteção devem ser determinados em termos do gerenciamento de risco.

Devem ser observadas as prescrições propostas pela NBR 5419 que tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Princípios gerais;
- Parte 2: Gerenciamento de risco;

- Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.

A aplicabilidade desta Parte da NBR 5419 pode ter restrições especialmente na proteção da vida humana quando for baseada em efeitos indiretos de descargas atmosféricas.

Esta parte da NBR 5419 não se aplica a sistemas ferroviários; veículos, aviões, navios e plataformas *offshore*, tubulações subterrâneas de alta pressão, tubulações e linhas de energia e de sinal colocados fora da estrutura. Usualmente, estes sistemas obedecem a regulamentos especiais elaborados por autoridades específicas.

Por razões práticas os critérios para projeto, instalação e manutenção das medidas de proteção são considerados em dois grupos separados:

- O primeiro grupo se refere às medidas de proteção para reduzir danos físicos e riscos à vida dentro de uma estrutura e está contido na ABNT NBR 5419-3;
- O segundo grupo se refere às medidas de proteção para reduzir falhas de sistemas elétricos e eletrônicos em uma estrutura e está contido no ABNT NBR 5419-4.

As conexões entre as partes da ABNT NBR 5419 são ilustradas na Figura 1.

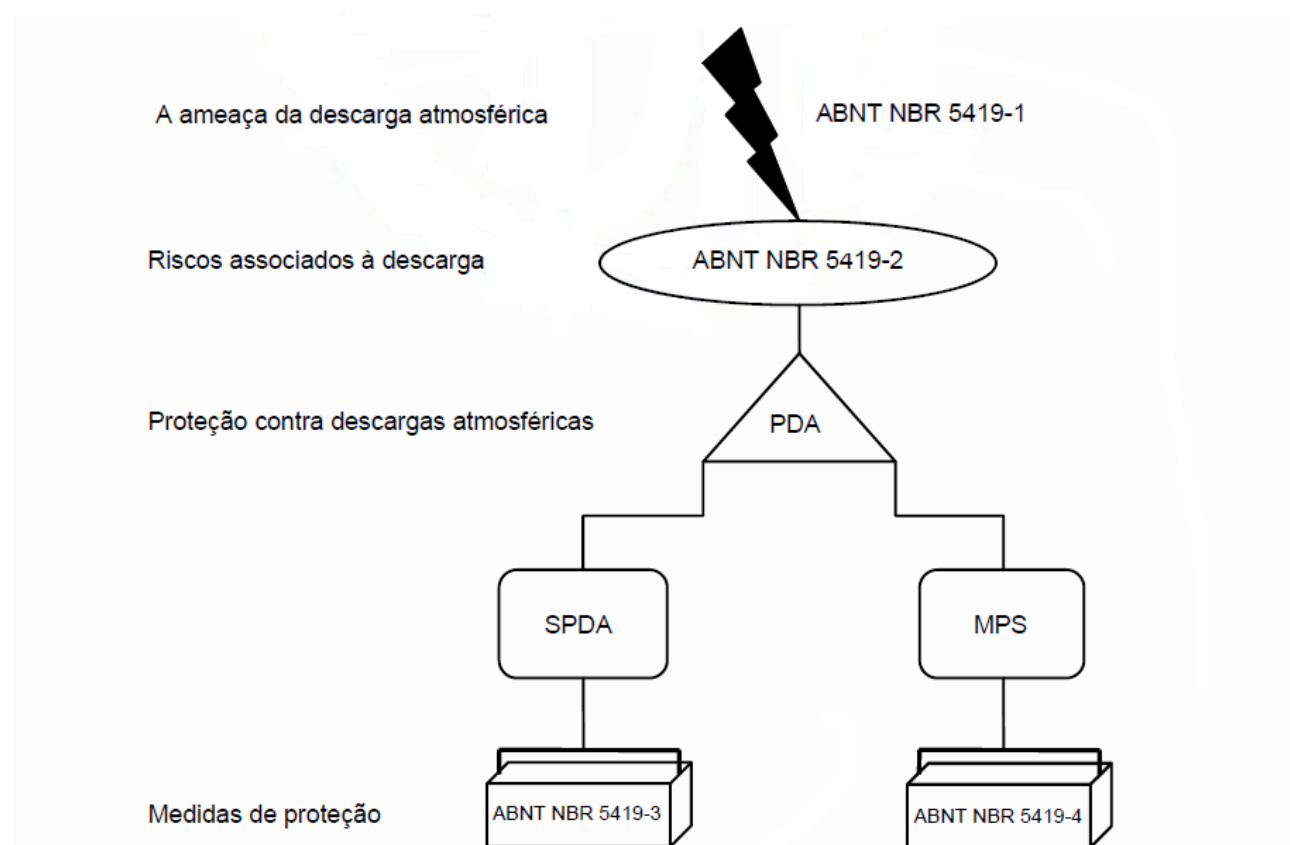


Figura 1 - Proteção completa contra descargas atmosféricas (Fonte: NBR 5419, 2015)

11.4.3. Medidas de proteção

A descarga atmosférica que atinge uma estrutura pode causar danos à própria estrutura e a seus ocupantes e conteúdo, incluindo falhas dos sistemas internos. Os danos e falhas podem se estender também às estruturas vizinhas e podem ainda envolver o ambiente local. A extensão dos danos e falhas na vizinhança depende das características das estruturas e das características da descarga atmosférica.

Podem ser adotadas medidas de proteção de modo a reduzir o risco de acordo com o tipo de dano.

a. Medidas de proteção para reduzir danos a pessoas devido a choque elétrico

São possíveis as seguintes medidas de proteção:

- Isolação adequada das partes condutoras expostas;

- Equipotencialização por meio de um sistema de aterramento em malha;
- Restrições físicas e avisos;
- Ligação equipotencial para descargas atmosféricas.

A equipotencialização e o aumento da resistência de contato da superfície do solo, interna ou externamente à estrutura podem reduzir o risco de vida (NBR 5419-3). Medidas de proteção são eficientes somente em estruturas protegidas por um SPDA. O uso de detectores de tempestades e medidas complementares podem reduzir o risco de vida.

b. Medidas de proteção para redução de danos físicos

A proteção é alcançada por meio de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) o qual inclui as seguintes características:

- Subsistema de captação;
- Subsistema de descida;
- Subsistema de aterramento;
- Equipotencialização para descargas atmosféricas;
- Isolação elétrica (e daí a distância de segurança).

Quando for instalado um SPDA a equipotencialização é uma medida essencial para reduzir os perigos de incêndio e de explosão e o risco de vida. Para mais detalhes ver NBR 5419-3.

A redução de danos físicos pode ser obtida por medidas que limitem o desenvolvimento e propagação de fogo, como compartimentos à prova de fogo, extintores, hidrantes, instalações de alarme de incêndio e extinção de fogo. A instalação de rotas de fuga minimiza os riscos de danos físicos.

c. Medidas de proteção para redução de falhas dos sistemas elétricos e eletrônicos

Medidas de proteção contra surtos (MPS) possíveis:

- Medidas de aterramento e equipotencialização;
- Blindagem magnética;
- Roteamento da fiação;
- Interfaces isolantes;
- Sistema de DPS coordenado.

Estas medidas podem ser usadas sozinhas ou combinadas. O uso de detectores de tempestades e medidas complementares podem reduzir as falhas de sistemas elétricos e eletrônicos.

11.4.4. Sistema de proteção contra descargas atmosféricas - SPDA

As características de um SPDA são determinadas pelas condições da estrutura a ser protegida e pelo nível de proteção considerado para descargas atmosféricas. A Tabela 7 apresenta as quatro classes de SPDA (I a IV) definidas pelo Projeto e que correspondem aos níveis de proteção para descargas atmosféricas definidos na NBR 5419-1.

Tabela 7 - Valores típicos de distância entre os condutores de descida e entre os anéis condutores de acordo com a classe SPDA (Fonte: NBR 5419-3, 2015)

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

a. Instalação dos eletrodos de aterramento

O eletrodo de aterramento em anel deve ser enterrado na profundidade de no mínimo 0,5 m e ficar

posicionado à distância aproximada de 1 m ao redor das paredes externas. Eletrodos de aterramento devem ser instalados de tal maneira a permitir sua inspeção durante a construção.

A profundidade de enterramento e o tipo de eletrodos de aterramento devem ser constituídos de forma a minimizar os efeitos da corrosão e dos causados pelo ressecamento do solo e assim estabilizar a qualidade e a efetividade do conjunto. 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.

b. Eletrodos de aterramento naturais

As armaduras de aço interconectadas nas fundações de concreto ou outras estruturas metálicas subterrâneas disponíveis podem ser utilizadas como eletrodos de aterramento, desde que sua continuidade elétrica seja garantida. Os métodos para garantir essa continuidade são idênticos aos utilizados para os condutores de descida. Quando as armaduras do concreto das vigas de fundação (baldrame) são utilizadas como eletrodo de aterramento devem ser tomados cuidados especiais nas interconexões para prevenir rachaduras do concreto. No caso de concreto protendido, os cabos de aço não podem ser usados como condutores das correntes da descarga atmosférica.

c. Componentes de um SPDA

Componentes de um SPDA devem suportar os efeitos eletromagnéticos da corrente de descarga atmosférica e esforços acidentais previsíveis sem serem danificados. Devem ser fabricados com os materiais listados na Tabela 8 ou com outros tipos de materiais com características de comportamento mecânico, elétrico e químico (relacionado à corrosão) equivalente. Os componentes feitos de materiais não metálicos podem ser usados para fixação.

Tabela 8 - Materiais para SPDA e condições de utilização (Fonte: NBR 5419-3, 2015)

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

NOTA: 1 Esta tabela fornece somente um guia geral. Em circunstâncias especiais, considerações de imunização de corrosão mais cuidadosas são requeridas.

NOTA: 2 Condutores encordoados são mais vulneráveis à corrosão.

d. Fixação dos condutores do SPDA

Elementos captadores 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.

Para estruturas de pequenas dimensões, recomenda-se garantir o número mínimo de fixações de modo a impedir que esforços eletrodinâmicos, ou esforços mecânicos acidentais (por exemplo, vibração) possam causar a ruptura ou desconexão do sistema.

e. Dimensões

Configurações e áreas de seção mínima dos condutores dos subsistemas de captação e de descida são dadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Material, configuração e área de seção mínima dos condutores de captação, hastes captoras e condutores de descidas (Fonte: NBR 5419-3, 2015)

Material	Configuração	Área da seção mínima mm ²	Comentários
Cobre	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado maciço ^d	35	Diâmetro 6 mm
	Encordoadado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Alumínio	Fita maciça	70	Espessura 3 mm
	Arredondado maciço	70	Diâmetro 9,5 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço cobreado IACS 30 % ^e	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
Alumínio cobreado IACS 64 %	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
Aço galvanizado a quente ^a	Fita maciça	50	Espessura mínima 2,5 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm
Aço inoxidável ^c	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço ^b	200	Diâmetro 16 mm

- ^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme a ABNT NBR 6323 [1].
- ^b Aplicável somente a minicaptadores. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo: força do vento, não forem críticos é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.
- ^c Composição mínima AISI 304 ou composto por cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.
- ^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.
- ^e A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (International Annealed Copper Standard).

NOTA 1 Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo é importante que as prescrições da tabela 7 sejam atendidas.

NOTA 2 Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

Tabela 10 - Material, configuração e dimensões mínimas de eletrodo de aterramento (Fonte: NBR 5419-3, 2015)

Material	Configuração	Dimensões mínimas ^f		Comentários ^f
		Eletrodo cravado (Diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Cobre	Encordoado ^c	—	50 mm ²	Diâmetro de cada fio Cordoalha 3 mm
	Arredondado maciço ^c	—	50 mm ²	Diâmetro 8 mm
	Fita maciça ^c	—	50 mm ²	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço ^c	15 mm	—	—
	Tubo	20 mm	—	Espessura da parede 2 mm
Aço galvanizado à quente	Arredondado maciço ^{a b}	16 mm	Diâmetro 10 mm	—
	Tubo ^{a c}	25 mm	—	Espessura da parede 2 mm
	Fita maciça ^a	—	90 mm ²	Espessura 3 mm
	Encordoado	—	70 mm ²	—
Aço cobreado	Arredondado maciço ^d Encordoado ^g	12,7 mm	70 mm ²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm
Aço inoxidável ^e	Arredondado maciço Fita maciça	15 mm	Diâmetro 10 mm 100 mm ²	Espessura mínima 2 mm

- ^a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme a ABNT 6323 [1].
- ^b Aplicável somente a mini captadores. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo: força do vento, não forem críticos é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.
- ^c Composição mínima AISI 304 ou composto por cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.
- ^d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.
- ^e Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo devem atender as prescrições desta tabela.
- ^f A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (International Annealed Copper Standard).
- ^g Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

f. Documentação

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

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

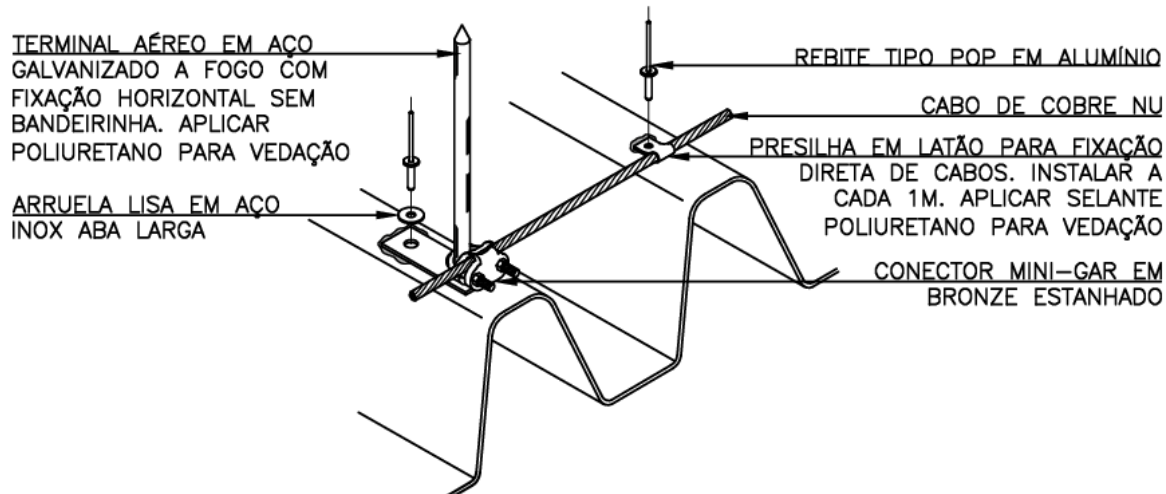
g. Inspeção visual

Devem ser feitas inspeções visuais para verificar se:

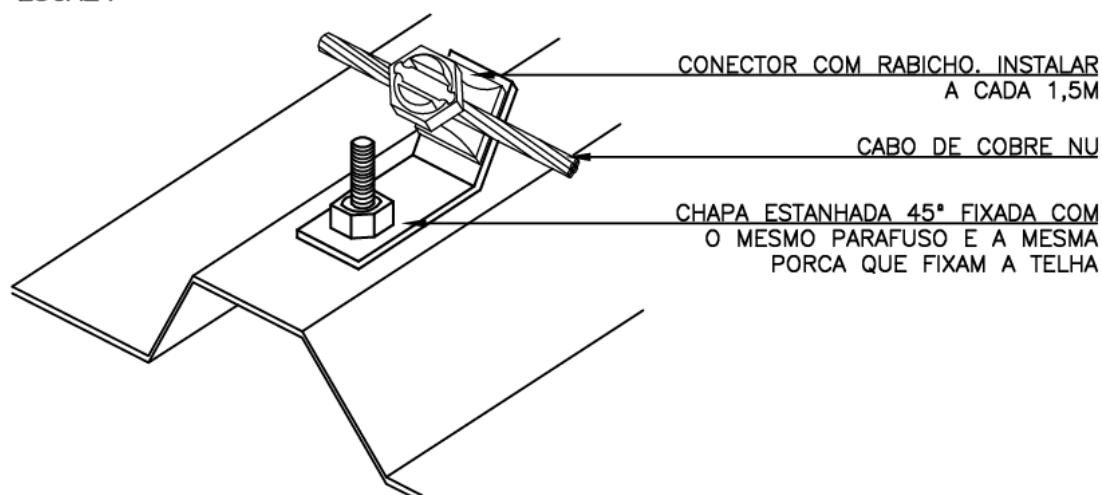
- Não existem maus contatos em condutores e conexões;
- Nenhuma parte do sistema foi comprometida devido à corrosão, principalmente ao nível do solo;
- Condutores de equipotencialização e blindagens dos cabos estão intactos e interligados;
- Não existem acréscimos ou alterações que necessitam medidas de proteção adicionais;
- Não existe indicação de danos nos DPS e seus fusíveis ou interruptores;
- Os roteamentos apropriados estão mantidos;
- As distâncias de segurança para as blindagens espaciais estão mantidas.

11.4.6. Detalhes construtivos

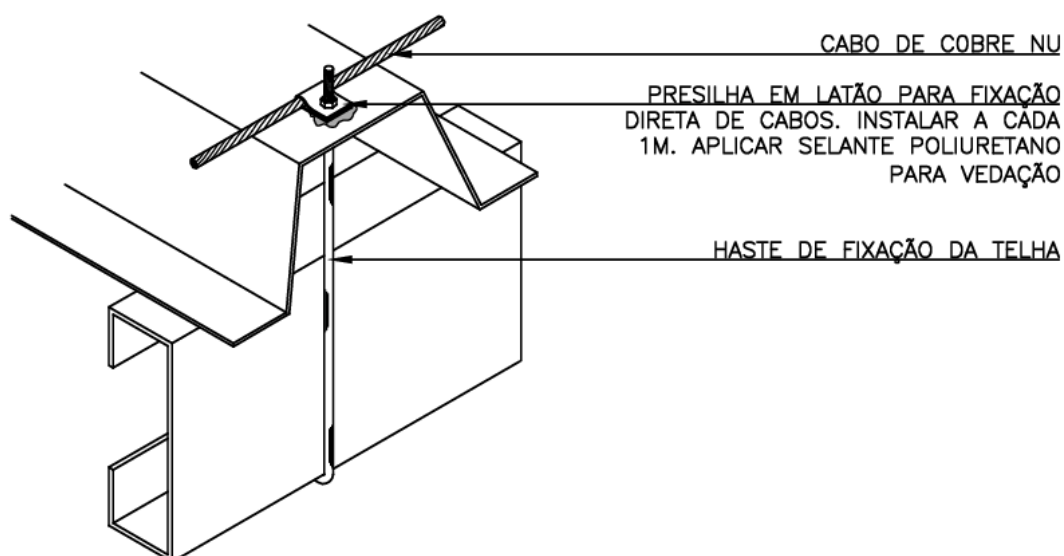
As figuras a seguir mostram detalhes padrões de elementos do SPDA que podem ser referenciado nos projetos da PBH.



DETALHE 1 – FIXAÇÃO DA CAPTAÇÃO EM TELHA DE FIBROCIMENTO SEM ESCALA

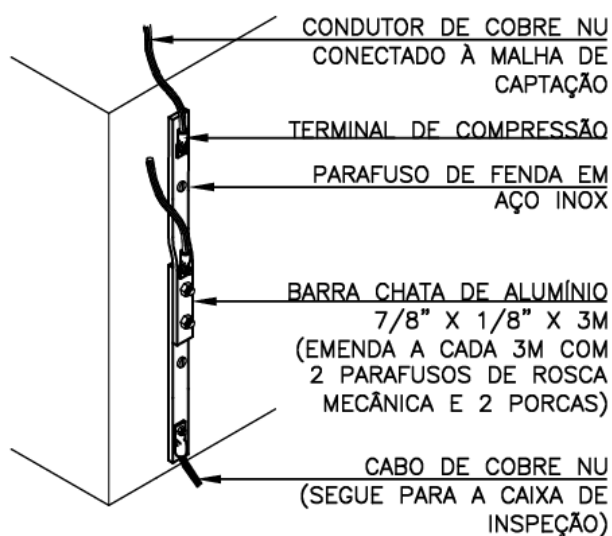


DETALHE 2 – FIXAÇÃO DOS CONDUTORES EM TELHA/CUMEEIRA METÁLICA SEM ESCALA

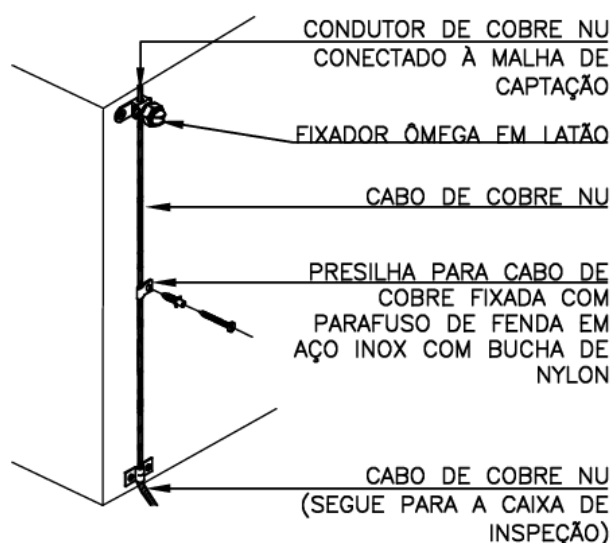


DETALHE 3 – FIXAÇÃO DOS CONDUTORES EM TELHA METÁLICA SEM ESCALA

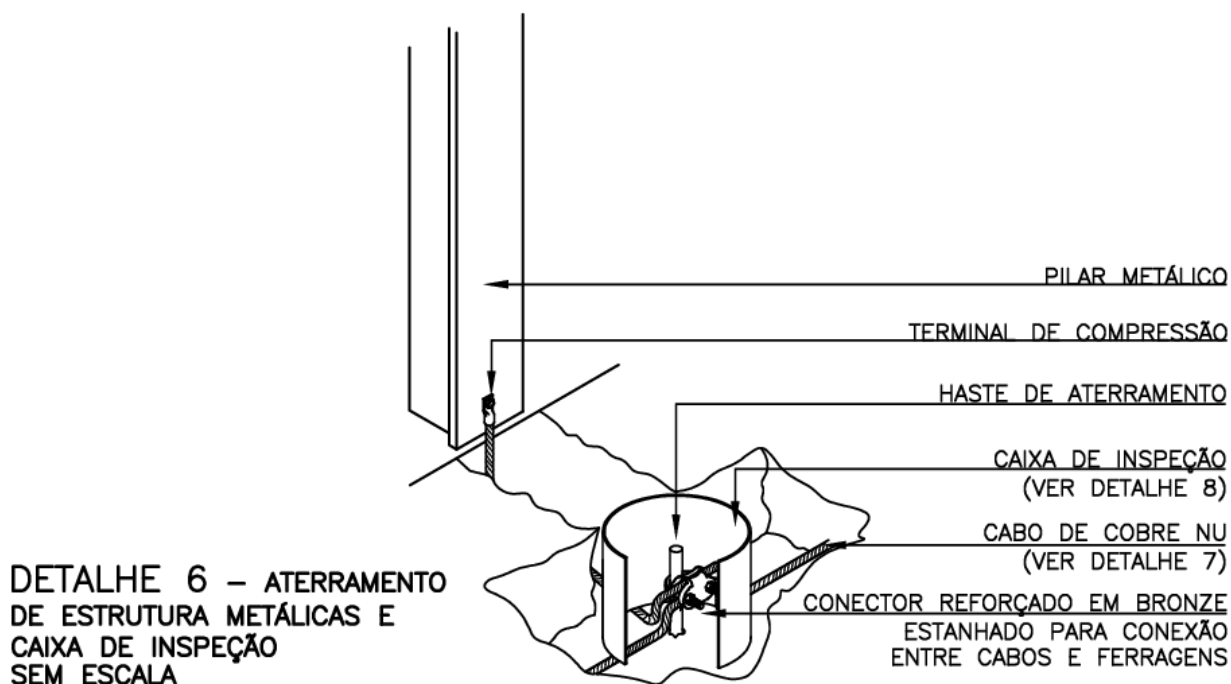
Figura 2 - Detalhe da fixação em coberturas



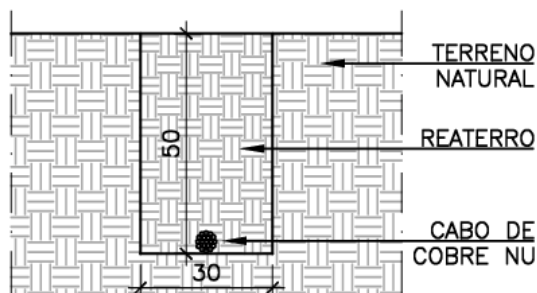
**DETALHE 4 – CONEXÃO DA DESCIDA
EM BARRA CHATA DE ALUMÍNIO
SEM ESCALA**



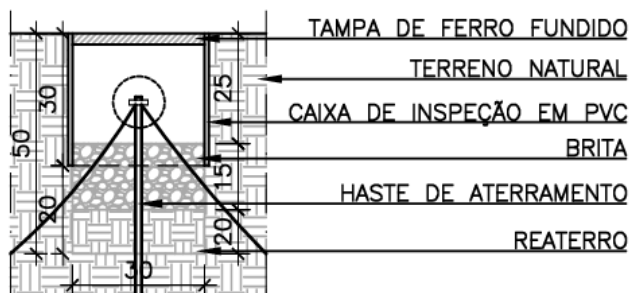
**DETALHE 5 – FIXAÇÃO DO CABO DE
DESCIDA NA ALVENARIA
SEM ESCALA**



**DETALHE 6 – ATERRAMENTO
DE ESTRUTURA METÁLICAS E
CAIXA DE INSPEÇÃO
SEM ESCALA**

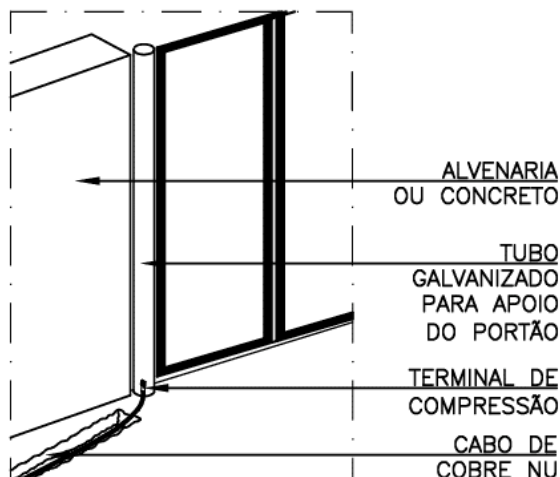


**DETALHE 7 – INSTALAÇÃO
DO CABO DE ATERRAMENTO
SEM ESCALA**

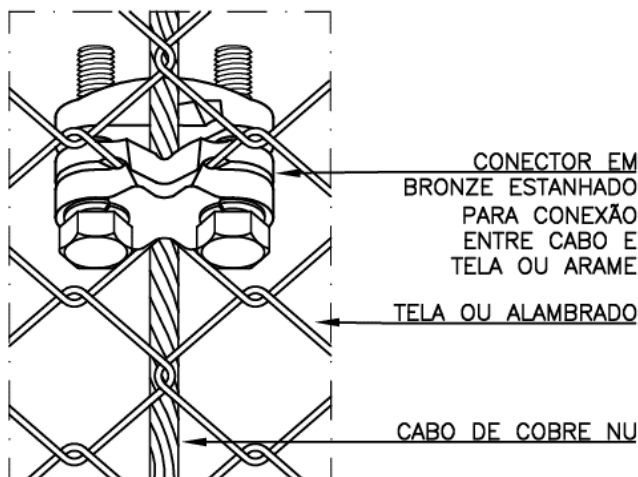


**DETALHE 8 – CAIXA DE INSPEÇÃO DE
ATERRAMENTO
SEM ESCALA**

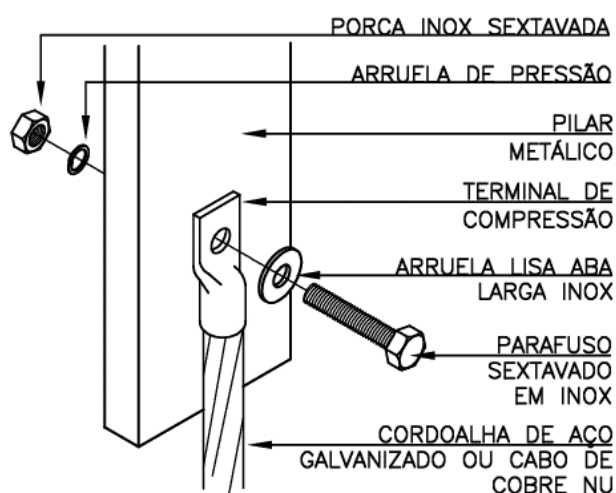
Figura 3 - Detalhes da caixa de inspeção e cabo de descida



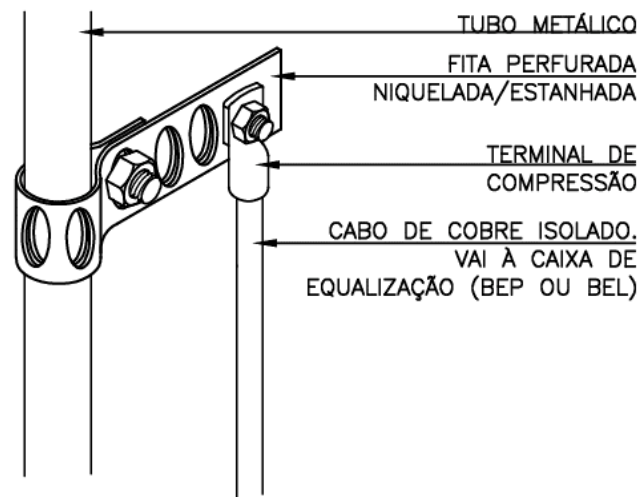
**DETALHE 9 – ATERRAMENTO DE
PORTÕES
SEM ESCALA**



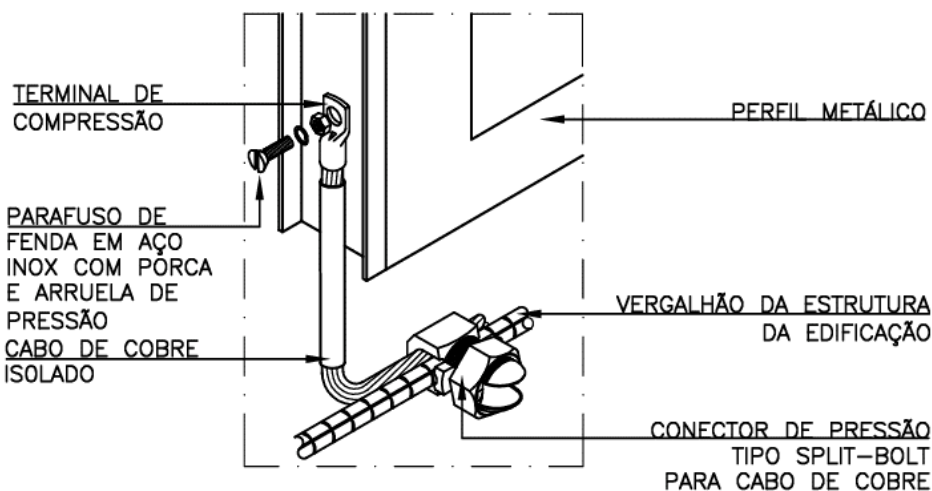
**DETALHE 10 – ATERRAMENTO DE
ALAMBRADO
SEM ESCALA**



**DETALHE 11 – EQUALIZAÇÃO DE
ESTRUTURAS METÁLICAS
SEM ESCALA**

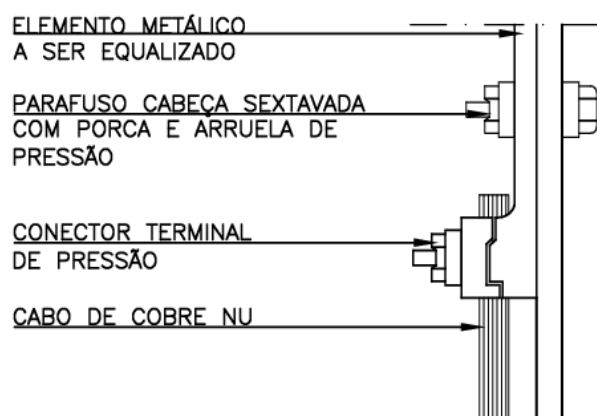


**DETALHE 12 – EQUALIZAÇÃO DE TUBOS
METÁLICOS
SEM ESCALA**

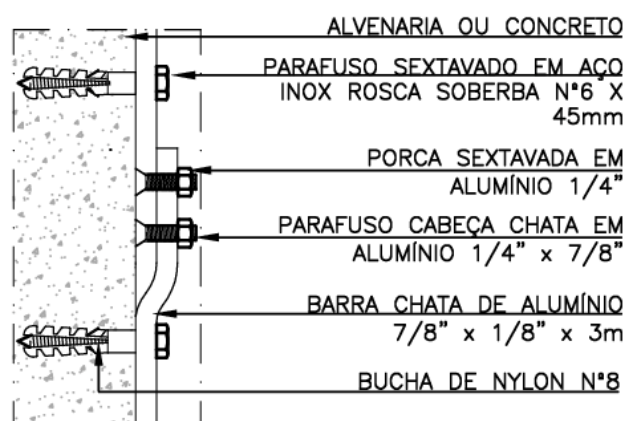


**DETALHE 13 – EQUALIZAÇÃO DAS ESQUADRIAS
SEM ESCALA**

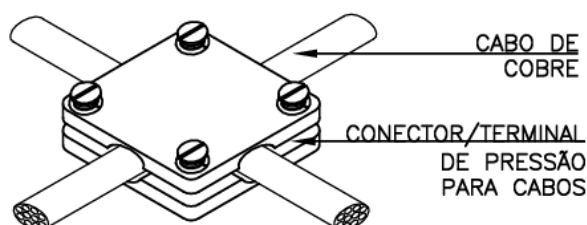
Figura 4 - Detalhes das equalizações e aterramentos



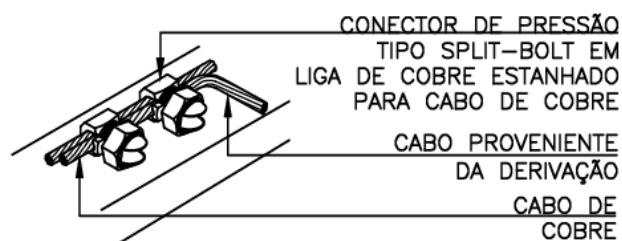
**DETALHE 14 – EQUALIZAÇÃO
DE PARTES METÁLICAS
SEM ESCALA**



**DETALHE 15 – FIXAÇÃO E CONEXÃO DE
BARRAS CHATAS DE ALUMÍNIO
SEM ESCALA**



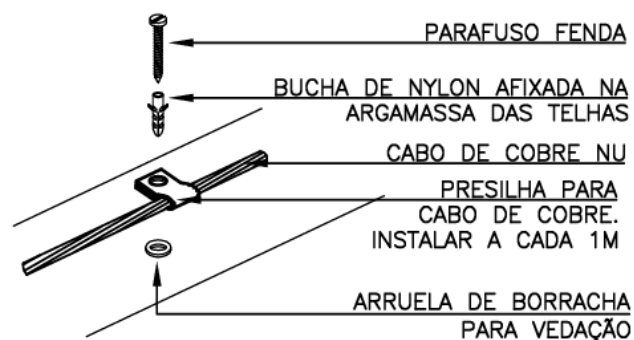
**DETALHE 16 – EMENDA COM
TERMINAL DE PRESSÃO
SEM ESCALA**



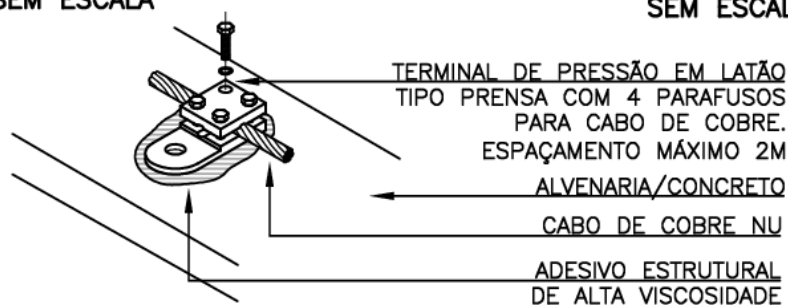
**DETALHE 17 – DERIVAÇÃO DE CABO
SEM ESCALA**



**DETALHE 18 – EMENDA COM SOLDA
EXOTÉRMICA
SEM ESCALA**



**DETALHE 19 – FIXAÇÃO DO CABO SOBRE
LAJES/PLATIBANDAS
SEM ESCALA**



**DETALHE 20 – FIXAÇÃO DO CABO E TERMINAL AÉREO EM ALVENARIA OU CONCRETO
SEM ESCALA**

Figura 5 - Detalhes das emendas e fixações

11.4.7. Critérios de levantamento, medição e pagamento

a. Levantamento (quantitativo para projeto)

A relação de materiais será parte integrante do projeto de instalações de proteção de descargas atmosféricas, devendo ser elaborada pela CONTRATADA.

b. Medição

Os elementos de proteção contra descarga atmosférica serão medidos de acordo com a real utilização dos itens instalados na obra.

c. Pagamento

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, contemplando todos os condutores, peças, acessórios e mão de obra, necessários à instalação e ao perfeito funcionamento do conjunto.

11.5. CABEAMENTO ESTRUTURADO E TELECOMUNICAÇÕES

11.5.1 CABEAMENTO ESTRUTURADO

Os edifícios devem oferecer infraestrutura para os sistemas de cabeamento com as facilidades de interconexão dentro e entre prédios, para um melhor e mais eficiente gerenciamento dos processos de automação e distribuição de facilidades de telecomunicações internas e externas, incluindo voz, dados e imagem. Os prédios devem ter também infraestrutura para interconexões em redes LAN e WAN e redes públicas de telefonia. Toda a rede elétrica necessária para atender os serviços da rede de telecomunicações deverá ter seus circuitos separados da rede elétrica convencional, inclusive com QDC (quadro de distribuição de circuitos) próprio.

a. Condições gerais

No início da obra, o engenheiro responsável deverá comunicar a PRODABEL o prazo previsto para término da obra bem como o tipo de serviço lógico a ser implantado para compatibilização de cronograma.

Toda a instalação da rede e equipamentos é de responsabilidade do EXECUTANTE da obra, ficando a cargo da PRODABEL somente a interligação dos *patch-cords* e equipamentos ativos.

O EXECUTANTE da obra deve seguir a versão atualizada das Diretrizes para instalação de infraestrutura elétrica e de telecomunicações - PRODABEL - Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte S/A.

11.5.2. INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS

Este item tem como objetivo estabelecer as diretrizes gerais para execução de serviços de instalação de telefonia, conforme a NBR 5410, procedimentos da ANATEL e diretrizes da PRODABEL.

a. Condições específicas

a.1. Cabo de entrada

É de responsabilidade da CONTRATADA da PBH a solicitação de elaboração do projeto de rede primária (cabo de entrada) à concessionária de telefonia fixa em tempo hábil, já que a execução/instalação do cabo primário de entrada é de responsabilidade da primeira.

Também a rede e tubulação secundária, o cabeamento, a fixação e a instalação de tomadas deverão ser executadas pela CONTRATADA, em conformidade com as normas descritas acima.

a.2. Tubulação secundária

Os dutos somente poderão ser cortados perpendicularmente ao seu eixo, retirando cuidadosamente as rebarbas deixadas nas operações de corte ou de abertura de novas roscas. As extremidades dos dutos, quer sejam internos ou externos, embutidos ou não, serão protegidas por buchas.

A junção dos dutos será efetuada de modo a permitir e manter, permanentemente, o alinhamento e a estanqueidade. Antes da confecção de emendas, verificar-se-á se luvas e dutos estão limpos.

No caso de dutos de PVC rígido, estes serão emendados através de luvas atarraxadas em ambas as extremidades a serem conectadas. Estas serão introduzidas na luva até se tocarem para assegurar a continuidade interna da instalação.

Os dutos, sempre que possível, serão assentados em linha reta. Não poderão ser executadas curvas nos tubos rígidos, utilizando, quando necessário, curvas pré-fabricadas. As curvas serão de padrão comercial e escolhidas de acordo com o diâmetro do duto empregado.

Os dutos embutidos nas vigas e lajes de concreto armado serão colocados sobre os vergalhões da armadura inferior. Todas as aberturas e bocas dos dutos serão fechadas para impedir a penetração de nata de cimento durante a colocação de concreto nas formas. A instalação de tubulação embutida nas peças estruturais de concreto armado será efetuada de modo que os dutos não suportem esforços não previstos, conforme disposição da NBR 5410.

Nas juntas de dilatação a tubulação será seccionada e receberá caixas de passagem, uma de cada lado das juntas. Em uma das caixas, o duto não será fixado, permanecendo livre. Outros recursos poderão ser utilizados, como por exemplo, a utilização de uma luva sem rosca do mesmo material do duto para permitir o seu livre deslizamento.

Os dutos aparentes serão instalados, sustentados por braçadeiras fixadas nas paredes, a cada 2 metros. Em todos os lances de tubulação, aparentes ou não, serão passados arames-guia que ficarão dentro das tubulações, presos nas buchas de vedação, até a sua utilização para puxamento dos cabos. Estes arames correrão livremente.

a.3. Caixas

a.3.1. Caixas de saída, de passagem, de distribuição e DG

Todas as caixas deverão situar-se em recintos secos, abrigados e seguros, de fácil acesso e em áreas de uso comum da edificação. Não poderão ser localizadas nas áreas fechadas de escadas. A fixação dos dutos nas caixas será efetuada por meio de arruelas e buchas de proteção. Os dutos não poderão ter saliências maiores que a altura da arruela mais a bucha de proteção. Quando da instalação de tubulação aparente, as caixas de passagem serão convenientemente fixadas na parede.

a.3.2. Caixas subterrâneas

A entrada e saída dos dutos nas caixas de distribuição, passagem e distribuição geral, somente poderão ser efetuadas nas extremidades superior e inferior das caixas. A entrada dos dutos nos cubículos do poço de elevação somente poderá ser efetuada no piso.

a.3.3. Caixas de saída

As caixas de saída (de parede) para telefones de mesa e de parede serão instaladas nas alturas (em relação ao piso) recomendadas pela concessionária de telefonia fixa.

a.4. Dutos retangulares de piso e caixas de saída de derivação

Os dutos retangulares somente serão cortados perpendiculares a seu eixo, retirando cuidadosamente todas as rebarbas deixadas na operação de corte. Os dutos retangulares serão emendados utilizando junções niveladoras, de forma a garantir uma resistência mecânica equivalente à dos dutos sem emendas, uma vedação adequada para impedir a entrada de argamassa ou nata de concreto e, também, manter a continuidade e regularidade da superfície interna.

Os dutos, quando interligados às caixas de distribuição, serão terminados nestas por meio de luvas de acabamento. Os dutos retangulares serão instalados de tal modo que as tampas a serem colocadas nos orifícios dos dutos não conectados às caixas de saída sejam niveladas com o piso.

As caixas de derivação serão instaladas também de modo que sua parte superior seja nivelada com o piso. Os finais dos dutos retangulares do piso, como também as terminações das caixas de derivação não utilizadas, serão vedados com terminais de fechamento, de forma a impedir a entrada de argamassa ou nata de concreto.

a.5. Padrão de entrada aérea e subterrâneo

É de responsabilidade da CONTRATADA solicitar a vistoria da concessionária de telefonia fixa ao padrão executado, em tempo hábil de se corrigir possíveis falhas bem como solicitar desta concessionária o projeto do cabo primário de entrada.

A concessionária de telefonia fixa poderá vistoriar a rede secundária e caso verifique irregularidades, estas deverão ser sanadas pela CONTRATADA para possibilitar a posterior ligação da rede primária.

a.6. Rede de cabos e fios

a.6.1. Instalação de cabos e fios

No puxamento de cabos e fios em dutos, não serão permitidos lubrificantes orgânicos; poderão ser usados talco industrial neutro e vaselina industrial neutra. O serviço será efetuado manualmente, utilizando alça de guia e roldanas, com diâmetro pelo menos três vezes superior ao diâmetro do cabo ou grupo de cabos, ou pela amarração do cabo ou fio em pedaço de tubo.

Os cabos e fios serão puxados, continua e lentamente, evitando esforços que possam danificá-los ou soltá-los. A amarração do cabo à alça-guia e roldanas será efetuada na seguinte sequência:

- Remover aproximadamente 25 cm de capa e enfaixamento da extremidade do cabo, deixando os condutores livres;
- Passar cada grupo de condutores pela alça-guia e roldana e dobrá-los numa distância conveniente a que as pontas dos condutores sobrepassem a parte encapada do cabo;
- Juntar os grupos de condutores em torno do cabo e fazer uma amarração com arame de aço.

a.6.2. Fixação dos cabos

Em instalações aparentes verticais a fixação dos cabos será efetuada por braçadeiras espaçadas de 50 cm. Em trechos curvos as braçadeiras serão fixadas no início e no fim de cada curva, sendo adotados os raios mínimos de curvatura recomendados pelas normas da TELEBRÁS ou da concessionária de telefonia fixa.

a.6.3. Emendas

As emendas em cabos e fios somente poderão ser efetuadas em caixas de passagem. Em nenhum caso serão permitidas emendas no interior de dutos. As emendas de cabos e fios serão executadas quando estritamente necessário, onde o comprimento da ligação for superior ao lance máximo de acondicionamento fornecido pelo FABRICANTE.

a.6.4. Blocos terminais

Os blocos terminais serão fixados diretamente sobre a prancha de madeira no fundo da caixa de distribuição geral ou de derivação quando a capacidade do cabo de entrada e de saída for de dez ou vinte pares. Quando a capacidade do cabo de entrada e de saída for superior a vinte pares, os blocos terminais serão instalados por meio de canaletas-suporte.

Nas caixas de distribuição geral os blocos terminais para ligação dos cabos de entrada serão fixados na sua parte superior, e os de saída, na parte inferior e também serão instalados anéis-guia com rosca soberba, ao lado de cada fileira de blocos. Nas caixas de distribuição as canaletas serão instaladas com blocos BLI-10 em seu centro.

11.5.3. Critério de levantamento, medição e pagamento

a. Levantamento (quantitativo para projeto)

A relação de materiais (completa) será parte integrante do projeto de instalação telefônica, devendo ser elaborada pelo próprio projetista, conforme critério descrito a seguir.

a.1. Tubulações

O serviço será levantado no projeto de instalação telefônica, por metro linear de tubulação a ser instalada, incluindo conexões.

a.2. Fiação e cabeamento

O serviço será levantado no projeto de instalação telefônica, por metro linear de fiação e/ou cabeamento, a ser instalado, com sobra estimada de 20 cm em cada caixa de passagem.

a.3. Peças e acessórios

O serviço será levantado no projeto de instalação telefônica, por unidade efetivamente instalada incluindo todos os materiais, mão de obra e procedimentos anteriormente listados, necessários à execução dos serviços. Serão considerados neste item as caixas, quadros de distribuição, condutores, tomadas e outros acessórios para instalação telefônica a serem listados separadamente, conforme abrangência.

b. Medição

Será efetuada aplicando o mesmo critério de levantamento.

Em hipótese nenhuma será medido em separado qualquer tipo de conexão.

As instalações só serão medidas após serem devidamente testadas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

c. Pagamento

c.1. Tubulações

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, contemplando a tubulação a ser instalada, o fornecimento de todo o material, conexões, buchas, arruelas, demais acessórios, a mão de obra e os procedimentos

anteriormente listados.

c.2. Fiação e cabeamento

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, contemplando a fiação e/ou cabeamento a ser instalado, o fornecimento de todos os materiais, mão de obra, encargos e procedimentos anteriormente listados.

c.3. Peças e acessórios

O serviço será pago pelo preço unitário contratual da unidade efetivamente instalada, contemplando o fornecimento de todos os materiais, mão de obra e procedimentos anteriormente listados, necessários à execução dos serviços. Serão considerados neste item as caixas, quadros de distribuição, tomadas e outros acessórios e complementos para instalação telefônica, conforme descritos na planilha contratual.

11.6. REFERÊNCIAS

Diretrizes para instalação de infraestrutura elétrica e de telecomunicações- PRODABEL - Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte S/A. 2019

Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas - IBRAOP. PROC IBR EDIF 044/2015 - Verificar a qualidade e a quantidade dos serviços na execução de instalações elétricas em baixa tensão, 2015.

NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão.

Padrão de luminárias LED para iluminação pública de BH - BHIP. Disponível em: <http://www.bhip.com.br/informacoes-tecnicas/Bhip_001-17_PADRÃO_DE_LUMINÁRIAS_LED_PARA_ILUMINAÇÃO_PÚBLICA_DE_BH_rev04_051118> Acesso em: 2 ago. 2019.

U.S. DOE – U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. *Using LEDs to their Best Advantage*, 2012a. Disponível em: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/led_advantage.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2015.