

**11. INSTALAÇÕES ELÉTRICA, TELEFÔNICA, S.P.D.A E REDE LÓGICA (11.00.00)****11.1. OBJETIVO**

Este capítulo do Caderno de Encargos da SUDECAP tem como objetivo, estabelecer diretrizes para projetos elétricos e execução de serviços de instalações elétricas, para execução de serviços de instalação de telefonia, para estabelecer critérios para projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), e oferecer infra-estrutura 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.

**11.2. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA**

- NBR 5101 - Iluminação pública – Procedimento;
- NBR 5349 - Cabos nus de cobre mole para fins elétricos – Especificação;
- NBR 5356 - (parte 1 – parte 5) Transformadores de potência;
- NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5413 - Iluminância de interiores;
- NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas elétricas e atmosféricas;
- NBR 5431 - Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas - Dimensões;
- NBR 5461 - Iluminação;
- NBR 5624 - Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca;
- NBR 6147 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – Especificação;
- NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação;
- NBR 6689 - Requisitos gerais para condutos de instalações elétricas prediais;
- NBR 6820 - Transformador de potencial indutivo;
- NBR 6821 - Transformador de corrente;
- NBR 6855 - Transformador de potencial indutivo;
- NBR 6856 - Transformador de corrente;
- NBR 7285 - Cabos de potência com isolamento extrudada de polietileno termofixo (XLPE) para tensão de 0,6 kV/1 kV – Sem cobertura – Especificação;
- NBR 8133 - Rosca para tubos onde a vedação não é feita pela rosca – Designação, dimensões e tolerâncias;
- NBR 8196 - Desenho técnico – Emprego de escalas;
- NBR 9513 - Emendas para cabos de potência isolados para tensões até 750 V;
- NBR 10067 - Princípios gerais de representação em desenho técnico;
- NBR 10068 - Folha de desenho – Leiaute e dimensões;
- NBR 10126 - Contagem em desenho técnico;
- NBR 10582 - Apresentação da folha para desenho técnico;
- NBR 13231 - Proteção contra incêndio em subestações elétricas de geração, transmissão e distribuição;
- NBR 13571 - Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios;
- NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;



- NBR 14136 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização;
- NBR 14565 - Cabeamento de telecomunicações para edifícios comerciais;
- NBR 14936 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – Adaptadores – Requisitos específicos;
- NBR 15465 - Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos de desempenho;
- NBR IEC 60050(826) - Instalações elétricas em edificações;
- NBR IEC 60439-1 - 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 - Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações elétricas fixas domésticas e análogas – Parte 1: Requisitos gerais;
- NBR IEC 62271-100 - Equipamentos de alta-tensão – Parte 100: Disjuntores de alta-tensão de corrente alternada;
- NBR IEC 62271-102 - Equipamentos de alta-tensão – Parte 102: Seccionadores e chaves de aterramento;
- NBR ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos;
- NBR ISO 10209-2 - Documentação técnica de produto – Vocabulário – Parte 2: Termos relativos aos métodos de projeção;
- NBR NM 247-3 - Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750V, inclusive - Parte 3: Condutores isolados (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD);
- NBR NM 60884-1 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60884-1:1994, MOD);
- ND-2.1 – CEMIG - Instalações básicas de redes de distribuição aéreas urbanas;
- ND-2.6 – CEMIG - Padrões e especificações de materiais e equipamentos;
- ND-3.4 – CEMIG - Projetos de iluminação pública;
- 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;
- ANSI/TIA/EIA 568-A;
- ANSI/TIA/EIA 568-B e C;
- ANSI/TIA/EIA 569-A;
- Códigos, Leis, Decretos, Portarias e Normas Federais, Estaduais e Municipais, inclusive normas de concessionária de serviço público;
- Instruções e resoluções dos órgãos do sistema CREA-CONFEA;
- Manual do consumidor nº 11 (Materiais padronizados CEMIG);



- Prática nº 235.510.600 - Projetos de redes telefônicas em edifícios – ANATEL.
- Os casos omissos nas normas ABNT deverão ser cobertos pelo NEC (National Electrical Code) ou pelas normas abaixo:
- IEC - International Eletrotechnical Comission;
- IES - Illuminating Engineering Society;
- ANSI - American National Standards Institute;
- IEE - Institute of Eletrical end Eletronics Engineers;
- NFPA - National Fise Protection Association;
- NEMA - National Electrical Manufacture's Association;
- ISO - International Organization for Standardization.

### **11.3. CONSIDERAÇÕES 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.

### **11.4. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

#### **11.4.1. Objetivos**

Este capítulo do Caderno de Encargos da SUDECAP tem como objetivo, estabelecer diretrizes para projetos elétricos e execução de serviços de instalações elétricas, em ILUMINAÇÃO PÚBLICA e EDIFICAÇÕES, segundo as boas práticas de eficiência energética, almejando resultado final técnico e esteticamente correto e em conformidade com as normas pertinentes. Além disso, busca-se a eliminação de interferências com outras instalações do local (estruturas de concreto e metálica, instalações hidráulicas e outras) e com o projeto arquitetônico.

#### **11.4.2. Condições específicas**

##### **a. Equipamentos**

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 a classe e procedência impressos em placa de identificação ou dispositivo similar, além do nível de eficiência energética.

A documentação descrita a seguir deve ser criteriosamente fiscalizada e uma cópia tem que estar anexada ao documento entregue à PBH pela CONTRATADA, para emissão do termo provisório de recebimento da obra:

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

##### **a.1. 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 SUPERVISÃO. 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.

## **b. Materiais**

### **b.1. Eletrodutos**

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 seguidas 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 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 norma NBR 5410;
- A taxa máxima de ocupação dos eletrodutos não deve exceder 40% (válido também para eletrodutos flexíveis);
- Os eletrodutos deverão ser limpos e secos antes da passagem de fiação;
- Todos os eletrodutos não utilizados deverão ser providos de arames-guia (sonda) de aço galvanizado 16 AWG;
- Os eletrodutos verticais serão montados antes da execução da alvenaria;
- A tubulação será instalada de maneira a não formar cotovelos, apresentando uma ligeira e contínua declividade para as caixas;
- Só deverão ser cortados perpendicularmente ao seu eixo, abrindo-se nova rosca na extremidade a ser aproveitada e retirando-se cuidadosamente todas as rebarbas deixadas nas operações de corte e abertura de roscas. Poderão ser cortados à serra, sendo porém, escariados a lima para remoção de rebarbas;
- 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;
- Nas travessias de vias, os eletrodutos serão envelopados em concreto, com face superior situada no mínimo, a 1,00 m abaixo do nível do solo.

#### **b.1.1. 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 tipo pesado e leve deverão obedecer as características das Tabelas 1 e 2.



<b>DIMENSÕES DE ELETRODUTOS RÍGIDOS DE AÇO CARBONO, TIPOS PESADO E EXTRA, DE ACORDO COM A NBR 5597 (EB-341)</b>			
Tamanho Nominal		Diâmetro Externo (mm)	Espessura da Parede (mm)
(mm)	(Pol)		Pesado
17	3/8"	17,1	2,00
21	1/2"	21,3	2,25
27	3/4"	26,7	2,25
33	1"	33,4	2,65
42	1 1/4"	42,2	3,00
48	1 1/2"	48,3	3,00
60	2"	60,3	3,35
73	2 1/2"	73	3,75
89	3"	88,9	3,75
102	3 1/2"	101,6	4,25
114	4"	114,3	4,25
141	5"	141,3	5,00
168	6"	168,3	5,30

*Tabela 1 – Dimensões de eletrodutos rígidos de aço pesado*

<b>DIMENSÕES DE ELETRODUTOS RÍGIDOS DE AÇO CARBONO, TIPO LEVE, DE ACORDO COM A NBR 5624 (EB-568)</b>					
Tamanho Nominal		Diâmetro Externo (mm)	Espessura da Parede (mm)		
(mm)	(Pol)		Leve I	Leve II	Leve III
16	3/8"	16	1,50	1,25	1,00
20	1/2"	20	1,50	1,25	1,00
25	3/4"	25	1,50	1,25	1,00
31	1"	31	1,50	1,25	1,00
41	1 1/4"	41	2,00	1,50	1,25
47	1 1/2"	47	2,25	1,50	-
59	2"	59	2,25	2,00	-
75	2 1/2"	75	2,65	2,00	-
88	3"	88	2,65	2,00	-
100	3 1/2"	100	2,65	2,25	-
113	4"	113	2,65	2,25	-

*Tabela 2 – Dimensões de eletrodutos rígidos de aço leve*

- Utilização

Os eletrodutos metálicos leves, só poderão ser usados em locais comprovadamente não sujeitos a choques de origem mecânica ou química (tração, compressão, torção ou corrosão).

Os eletrodutos metálicos enterrados, serão sempre envelopados em concreto, independente de tensão nos



circuitos.

A galvanização dos eletrodutos será pelo processo de imersão à quente, em zinco fundido, conforme NBR 6323 - "Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação".

Os eletrodutos metálicos rígidos serão fornecidos em peças de 3 m, contendo em uma das extremidades 1 luva e um protetor plástico. A rosca deverá ser cônica. Eletrodutos sem rosca serão usados com conexões de encaixe ou aparafusados.

Deverão 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.

Os eletrodutos metálicos deverão sempre ser interligados à malha de aterramento da edificação, atentando-se sempre para a continuidade das interligações entre peças da tubulação ao longo de toda a instalação e até a malha de terra.

Os eletrodutos metálicos rígidos serão preferencialmente usados nas seguintes situações:

Para áreas externas, enterrados e envelopados em concreto, com inclinação para drenagem nas caixas;

Para instalações aparentes de grande porte com condutores e eletrodutos de aço galvanizado ou alumínio-silício e para travessias de vias públicas;

Para instalações de ramal de entrada aérea ou de ligação subterrânea, e cabo de entrada da Concessionária de Telefonia Fixa (conforme prescrições a respeito nas respectivas normas).

Para os eletrodutos metálicos rígidos, serão utilizados os seguintes acessórios:

- Curvas, no caso de curvas galvanizadas, somente serão aceitas as fabricadas em raio longo;
- Luvas de aço esmaltado de 15 mm (1/2") a 80 mm (3") ou alumínio-silício de 10 mm (3/8") a 50 mm (2");
- Conectores curvos ou retos, serão em liga de alumínio-silício de 10mm (3/8") a 100mm (4") ou latão zincado de 15 mm (1/2") a 25 mm (1");
- Buchas e arruelas em liga de alumínio-silício de 10 mm (3/8") a 100 mm (4") ou latão zincado de 10 mm (3/8") a 80 (3").

As curvas serão sempre pré-fabricadas, não se admitindo, a execução das mesmas no local. Em cada trecho de tubulação, entre duas caixas ou entre extremidades e caixas, poderão ser empregadas no máximo, 3 curvas de 90°, ou seu equivalente até no máximo 270°.

O conector facilita a execução de curvas, pois com a retirada da tampa os fios deslizam livremente. Enquanto a arruela fixa o tubo, a bucha evita o deslocamento do fio e serve de contra-porca para fixação.

Exemplo de aplicação de conector reto, que permite a execução de instalações completas com eletrodutos lisos, sem roscas.

Luva: Permite conexões retas ou em curvas e contornos, conforme as indicações 3 e na ilustração maior.

- 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. Em substituição aos eletrodutos metálicos flexíveis, para esta aplicação, poderão ser usados os eletrodutos flexíveis fabricados em polietileno de alta densidade (PEAD).

A fixação será feita por braçadeiras com espaçamento máximo de 30 cm. Serão fixados às caixas nas peças conectadas a estas através de buchas e arruelas, prendendo os tubos por pressão de parafuso. Não serão permitidos emendas em tubos flexíveis, que deverão formar trechos contínuos de caixa a caixa.

#### b.1.2. Eletrodutos plásticos

- Eletrodutos de PVC rígido

Serão de cloreto de polivinila (PVC) rígido, sendo fornecidos em 2 tipos: Pesados (com roscas e luvas) e leves (pontas lisas e com bolsa para encaixe, sem cola), sendo estes, empregados somente onde estejam



isentos de esforços mecânicos (torção, tração, vibração e compressão).

Para uso aparente ou embutido em concreto, permitir-se-á o uso de eletrodutos de PVC tipo leve ou pesado, conforme Tabela 3:

DIMENSÕES DE ELETRODUTOS DE PVC RÍGIDOS, TIPO ROSQUEÁVEL, DE ACORDO COM A NBR 15465 (CB-03)				
Tamanho Nominal		Diâmetro Externo (mm)	Espessura da Parede (mm)	
(mm)	(Pol)		Classe A	Classe B
16	3/8"	16,7	2,0	1,8
20	1/2"	21,1	2,5	1,8
25	3/4"	26,2	2,6	2,3
32	1"	33,2	3,2	2,7
40	1 1/4"	42,2	3,6	2,9
50	1 1/2"	47,8	4,0	3,0
60	2"	59,4	4,6	3,1
75	2 1/2"	75,1	5,5	3,8
85	3"	88,0	6,2	4,0

Tabela 3 – Dimensões de eletrodutos de PVC rosqueável

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.

- Utilização

Serão preferencialmente utilizados:

Em áreas internas das edificações, embutidos em lajes, paredes, pisos e também sobre forros;

Em instalações aparentes de pequeno porte ou instalações provisórias desmontáveis, como barracões de obra por exemplo;

A partir da caixa de medição do padrão CEMIG até os quadros de distribuição internos (ramal de entrada interno).

Na utilização de eletrodutos de PVC, deve-se ter atenção especial na enfição dos condutores, para não ocorrer a perda da isolação neste processo, já que neste caso, ocorrerá a existência de condutores energizados e descascados no interior do eletroduto plástico onde não há como ocorrer a dissipação da corrente de volta para a terra.

A instalação dos eletrodutos será executada por meio de luvas e as ligações com as caixas, através de arruelas, sendo todas as juntas vedadas com material que não resseque. As buchas e arruelas sempre serão de PVC.

- Eletrodutos plásticos flexíveis

Serão aceitos 2 (dois) tipos:

Em PVC flexível, auto-extinguível, reforçado com espirais de PVC rígido sendo liso internamente, para facilitar a passagem dos fios e cabos elétricos. Este tipo poderá ser usado em substituição aos eletrodutos de PVC rígido nas aplicações embutidas em áreas internas, quando for especificado em projeto;

Em polietileno de alta densidade (PEAD), poderá ser usado em áreas externas enterradas, onde se necessita de grandes vãos entre caixas de derivação e/ou passagem. Não exige emendas entre peças e é fabricado em bobinas de 25, 50 e 100 metros. É fornecido com arame-guia e tem leveza, flexibilidade e



elevada resistência mecânica.

Instalação aparente de eletrodutos rígidos plásticos e metálicos com a utilização de condutes flexíveis ou plásticos, caixas de passagem e/ou derivação e quadros de distribuição de sobrepor (11.14.00 / 11.17.00).

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

As uniões deverão ser convenientemente montadas, garantindo não só o alinhamento mas também o espaçamento correto, de modo a permitir o rosqueamento da parte móvel sem esforços. A parte móvel da união deverá ficar, no caso de lances verticais, do lado superior. Em lances horizontais ou verticais superiores a 10 m deverão ser previstas juntas de dilatação nos eletrodutos.

A instalação aparente deverá ser fixada em paredes, forros e divisórias, por braçadeiras plásticas ou metálicas, conforme cada caso, a cada 3 m.

Deverá ser adotado este tipo de instalação em reformas de instalações existentes, onde se tenha, preferencialmente, um leiaute predefinido.

Para derivações e curvas serão usados condutes metálicos ou plásticos, caixas de derivação ou caixas de passagem de sobrepor, conforme indicação em projeto.

No caso dos condutes, o tipo de bitola dos mesmos virá indicado em projeto, devendo tais indicações, serem seguidas sob pena de se comprometer a estética e a correta utilização aparente.

Os eletrodutos aparentes deverão ser fixados adequadamente, de modo a constituírem um sistema de boa aparência e firmeza suficiente para suportar o peso da instalação como um todo e os esforços decorrentes do processo de enfição dos condutores.

As tomadas, interruptores e placas a serem instalados, nos condutes plásticos ou metálicos, deverão ser da mesma linha de fabricação destes, objetivando o perfeito encaixe entre peças.

### ***b.2. Sistema de 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 leiaute predefinido, e o objetivo seja reformar as instalações existentes. Só poderão ser instalados em locais isentos de umidade e não sujeitos a lavagens freqüentes.

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.

Só poderão ser alojados nestes sistemas, condutores isolados e as emendas e derivações deverão ser executadas com caixas da própria linha de fabricação.

Deve-se atentar, 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 também, não submeter o próprio sistema de dutos e canaletas, a esforços de espaço interno, que levem à danificação da instalação.

### ***b.3. Instalação subterrânea com eletrodutos, canaletas e galerias***

Os trechos entre caixas serão retilíneos e com caimento num único sentido;

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;

As saídas dos condutores e dos cabos deverão ser alojadas em caixas metálicas acessíveis, de onde sairão as extensões feitas por outros métodos de instalação (eletrodutos rígidos ou flexíveis e congêneres). Essas caixas serão dispensadas quando os cabos terminarem na caixa de chaves ou disjuntores, ou no interior do conjunto de manobra, ou quando ligados às linhas abertas ou redes aéreas, excetuando-se o caso de instalações exteriores para postes de iluminação em que a saída dos condutores dos cabos será colocada em caixas na base dos postes.

#### ***b.4. Dutos de piso de embutir e de sobrepor (undercarpet)***

Será utilizado este tipo de instalação em locais onde não se tem leiaute definido, ou o mesmo esteja sujeito a constantes alterações. A malha de piso se adequa a este caso, pois, confere à instalação, flexibilidade quanto ao número e locação de pontos de tomadas elétricas, telefônicas e de todas as instalações, que correm paralelas ao longo de todo o local.

Não será utilizado este sistema em locais sujeitos a lavagens constantes com jatos d'água e vapores corrosivos, tais como escolas e hospitais.

O projeto e execução deste sistema deverá seguir especificações do FABRICANTE, constantes em manual de instrução/catálogos, assim como as prescrições da NBR 5410 e do NEC (National Electrical Code).

Somente serão aceitos os dutos metálicos para piso, no intuito de salvaguardar as instalações de dados e telefônicas das interferências eletromagnéticas advindas do paralelismo e proximidade das instalações elétricas.

Poderão ser aceitos dutos não metálicos, caso haja comprovação técnica documentada do FABRICANTE, da não ocorrência futura das interferências acima citadas.

Os dutos metálicos deverão ser aterrados para promover a blindagem eletromagnética das instalações suscetíveis.

O duto de piso de sobrepor (sistema undercarpet), é instalado sobre a laje de piso e recoberto com carpete, possibilitando sua instalação em locais de reforma.

O duto de piso embutido deve ser instalado no contrapiso a ser executado sobre a laje.

#### ***b.5. Perfilados, eletrocalhas e bandejas***

##### ***b.5.1. Calhas***

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.

As calhas só poderão conter condutores isolados e com cobertura. Admite-se a utilização de condutores isolados e sem cobertura no seu interior nos casos em que a calha:

Possuir cobertura desmontável apenas por ferramenta adequada e tiver paredes maciças;

Estiver instalada em locais acessíveis apenas às pessoas qualificadas;

Estiver instalada dentro de forro ou pisos falsos, não desmontáveis;

Estiver instalada em pisos ou forros falsos desmontáveis, acessíveis apenas às pessoas qualificadas.

Não se utilizarão calhas metálicas nos seguintes casos:

Em locais sujeitos às condições físicas desfavoráveis;

Quando a tensão entre os condutores for igual ou superior a 300 V, a menos que a espessura da calha seja superior a 0,4" (polegadas).

##### ***b.5.2. Bandejas, prateleiras ou leito de cabos***

São estruturas rígidas, metálicas ou não, incombustíveis, formadas por duas longarinas laterais lisas ou em perfil "U" e perfilados transversais devidamente espaçados (ou fundo de chapa perfurada ou não), que se destinam a suportar condutores elétricos.



As bandejas poderão ser do tipo leve, médio ou pesado, sendo especificadas em função do peso dos condutores elétricos a serem suportados.

As bandejas só serão utilizadas em locais onde houver uma manutenção adequada, isenção de choques mecânicos significativos e impossibilidade de ataques químicos.

Os condutores elétricos a serem instalados em bandejas, deverão ser isolados, possuir cobertura e serão presos firmemente às bandejas.

#### **b.6. 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.

- Especificação de materiais

Conforme sua destinação e de acordo com as normas da ABNT em vigor, as caixas poderão ser:

Em chapa de aço esmaltada, galvanizada ou pintada com tinta de base metálica;

De alumínio fundido;

De PVC rígido, baquelite ou polipropileno.

As caixas conterão olhais destinados à fixação dos eletrodutos (com buchas e arruelas ou roscas), só sendo permitida a abertura daqueles realmente necessários.

As caixas para passagem de condutores serão em chapa 14 BWG com uma demão de verniz isolante e outra de zarcão na face interna.

As caixas não metálicas só serão admitidas com eletrodutos não metálicos e quando não estiverem sujeitos a esforços mecânicos.

As caixas para instalações aparentes serão metálicas e do tipo condutele. Será admitida a utilização de conduteles tipo PVC em instalações aparentes de pequeno porte ou provisórias (barracão de obra).

- Utilização

Serão empregadas caixas nos seguintes pontos:

De entrada ou saída dos condutores da tubulação, exceto nos pontos de transição ou passagem de linhas abertas para linhas em condutos arrematados com bucha adequada;

De emenda ou derivação de condutores;

De instalação de luminárias e outros dispositivos.

As caixas terão as seguintes características:

Octogonais, de fundo móvel, para centros de luz;

Octogonais estampadas, de 75 x 75 mm (3" x 3"), nos extremos dos ramais de distribuição;

Quadradas, de 100 x 100 mm (4" x 4"), quando o número de interruptores ou tomadas exceda a três, ou quando usadas para caixas de passagem;

Retangulares de 50 x 100 mm (2" x 4"), para o conjunto de interruptores ou tomadas igual ou inferior a três;

Especiais em chapa nº 16, no mínimo de aço zincado, com pintura antioxidante e isolante com tampa lisa e aparafusada nas dimensões indicadas no projeto.

As caixas embutidas nas lajes serão firmemente fixadas nas formas.

Só poderão ser abertos os olhais destinados a receber ligações de eletrodutos.

As caixas embutidas nas paredes deverão facear o taliscamento garantindo seu nivelamento com a superfície acabada depois de concluído o revestimento, devendo ser apuradas uma a uma e niveladas entre si.

A altura das caixas em relação ao piso acabado, será a seguinte:

Interruptores e botões de campainha (bordo superior da caixa).....1,20 m



Tomadas baixas, quando não indicadas nos rodapés ou em locais úmidos (bordo inferior da caixa).....0,30 m

Tomadas em locais úmidos (bordo inferior da caixa).....0,80 m

Tomadas de bancada (cozinhas, lavatórios, laboratórios, oficinas, etc.).....1,20 m

Caixas de passagem.....0,30 m

As caixas de arandelas e tomadas altas serão instaladas de acordo com as indicações do projeto.

As caixas de interruptores e tomadas, quando próximas de alizares, serão localizadas a, no mínimo, 5 cm dos mesmos.

As diferentes caixas de um mesmo ambiente serão perfeitamente alinhadas e niveladas, dispostas de forma a não apresentarem discrepâncias sensíveis no seu conjunto.

As caixas de pontos de luz dos tetos serão rigorosamente centradas e alinhadas nos respectivos ambientes.

As caixas ou condutores serão colocados em locais de fácil acesso e serão providos de tampas adequadas; as que contiverem interruptores, tomadas e congêneres, serão fechadas por espelhos que completam a instalação dos mesmos; as de saída para alimentação de aparelhos poderão ser fechadas por placas destinadas à fixação dos mesmos.

A distância entre as caixas ou condutores será determinada para permitir fácil enfição e desenfição dos condutores. Em trechos retilíneos, o espaçamento será no máximo de 15 m; nos trechos em curva o espaçamento será reduzido de 3 m para cada curva de 90°.

Instalações subterrâneas:

As caixas serão em alvenaria revestidas com argamassa, impermeabilizadas e com previsão para drenagem; será prevista uma caixa para cada ponto de mudança de direção da rede ou para dividir a rede em trechos não maiores que 60 m; as dimensões internas das caixas serão determinadas em função do raio mínimo de curvatura do cabo usado, e do espaço necessário para permitir a enfição; serão cobertas com tampas calafetadas para impedir a entrada de água e corpos estranhos. Fica estabelecido que nos casos não previstos, devem ser usadas caixas conforme padrão CEMIG.

#### **b.7. Quadros de distribuição**

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.

- Especificações

Os quadros de embutir serão sempre de chapa de aço, espessura mínima equivalente à chapa nº 20 BWG, com tampas parafusadas ou portas com fechaduras, confeccionadas em chapa de aço de espessura mínima equivalente à chapa nº 16 BWG.

Os quadros de sobrepor serão construídos em chapa de aço de espessura mínima equivalente à chapa nº 18 BWG, com tampas parafusadas ou portas com fechaduras de espessura mínima equivalente à chapa nº 16 BWG.

Serão confeccionados com acabamento esmerado e terão tratamento contra a corrosão.

Os quadros deverão permitir a eficiente ventilação dos componentes instalados em seus interiores.

Os quadros deverão evitar que seus componentes internos sejam atingidos por poeira ou umidade.

- Montagem e instalação

A altura de montagem dos quadros de distribuição será regulada por suas dimensões e pela comodidade de operação das chaves ou inspeção dos instrumentos, não devendo, de qualquer modo, ter o bordo inferior a menos de 0,50 m do piso acabado.

A profundidade será regulada pela espessura do revestimento previsto para o local, contra o qual deverão ser assentados os alizares das caixas.

Além da segurança para as instalações que abrigar, os quadros deverão, também, ser protegidos contra choques, sendo para tanto isolados os painéis e alavancas externas, por espelho encaixado no interior do



quadro.

Os quadros de distribuição serão montados em caixas de embutir ou de sobrepor.

As caixas de embutir modelo "E" serão fabricadas em chapa de aço 22 (MSG), os chassis em chapa de aço da mesma bitola e as molduras e portas em chapa de aço 16.

As caixas de sobrepor modelo "S" serão fabricadas em chapa de aço 18 (MSG), os flanges em chapa de aço 14 e os chassis, espelhos e portas em chapa de aço 16.

– Fixação

As caixas modelo "E" terão, nas suas laterais, quatro garras de fixação à guisa de chumbadores.

As caixas modelo "S" terão, no fundo, furos pré-estampados, para sua fixação, nas paredes, através de buchas plásticas e parafusos.

Fechos:

As portas das caixas modelo "E", serão providas de fechos de nylon corrediços, com mola, possibilitando rapidez nas manobras de abertura e fechamento.

As portas das caixas modelo "S" terão fechaduras de fácil acionamento, mesmo com uma simples moeda.

Alternativamente, poderão ser equipadas com fechaduras movimentadas por chaves do tipo "Yale".

– Eletrodutos

As caixas modelo "E" terão nas laterais superior e inferior, uma abertura em toda a sua extensão com largura de 46 mm, coberta com tampa plástica. Por essa tampa plástica, facilmente retirável e recortável, faz-se a entrada e/ou saída dos eletrodutos.

As caixas modelo "S" terão, nas laterais superior e inferior, flanges desmontáveis onde serão previstos "Knock-outs", facilmente retiráveis, de 15 mm (1/2"), 20 mm (3/4"), 25 mm (1") e 40 mm (1 1/2").

– Portas

As caixas dos quadros de distribuição deverão permitir a inversão das portas, com abertura à direita ou à esquerda.

Nas caixas modelo "E" as portas serão solidárias com o aro, bastando rodá-lo 180° para obter-se a inversão da porta.

Nas caixas modelo "S" as portas serão fixadas, em suporte apropriado nas tampas flanges, obtendo-se a inversão da porta trocando-se a superior pela inferior.

– Espelhos

Os espelhos das caixas modelo "E" serão providos de fechos de nylon, corrediços, com mola.

Os espelhos das caixas modelo "S" serão equipados com dois parafusos de fixação, do tipo "cabeça recartilhada".

– Barramentos

Os barramentos dos quadros de distribuição deverão ser de cobre eletrolítico.

Os quadros de distribuição com barramento deverão ser providos de barramento de fase, neutro e terra.

Os quadros gerais de baixa tensão, deverão seguir a especificação e detalhamento constantes no projeto elétrico.

A caixa do quadro de distribuição deverá ser interligada à barra de terra.

– Placas de identificação / Utilização de circuitos

Ao lado de cada disjuntor instalado, deverá ser colocado uma placa de identificação que especifique a utilização de cada circuito por aquele disjuntor protegido.

**b.8. Disjuntores em caixa moldada, de baixa tensão**

Serão instalados no interior dos quadros de distribuição e geral.



Deverão obedecer as 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:

Disjuntores monoplares terão  $I_{ccs} = 5 \text{ kA}$ ;

Disjuntores bipolares e tripolares  $I_{ccs} = 10 \text{ kA}$ ;

Disjuntores modelo universal, apropriados para proteção de circuitos de alimentadores gerais terão  $I_{ccs} = 35 \text{ kA}$ .

Para proteção de motores, deverão ser usados disjuntores apropriados com faixas de ajuste que irão variar, de acordo com a corrente de partida do motor, de forma a não operar neste intervalo de tempo e corrente.

- 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 isolação 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.

Os dispositivos DR são utilizados de acordo com sua corrente nominal residual ( $I_{cr}$ ):

DR com  $I_{cr} \leq 10 \text{ mA}$ , serão utilizados para proteção de pessoas que sofreram intervenções cirúrgicas e/ou problemas cardíacos;

DR com  $10 < I_{cr} \leq 30 \text{ mA}$  serão utilizado para locais onde se necessita da proteção de pessoas;

DR com  $30 > I_{cr} < 300 \text{ mA}$  são apropriados para proteção das instalações elétricas;

DR com  $300 < I_{cr} > 500 \text{ mA}$  são para interrupção de circuitos de instalações já em condição de incêndio iminente, onde já ocorrem arcos e faíscas nos condutores.

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

### **b.9. Condutores e acessórios**

- Especificações

Serão utilizados condutores de cobre eletrolítico, de pureza igual ou superior a 99,99%. A utilização de condutores de alumínio se dará, quando prescrito em projeto.

Excetuando-se as instalações em barra, aterramentos e os condutores de proteção, todas as instalações serão executadas com condutores isolados, dimensionados para suportar correntes normais de funcionamento e curto-circuito sem danos à isolação.

Os condutores que estiverem sujeitos à 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.

Os condutores para baixa tensão deverão suportar 1000 V entre fases e 600 V entre fase e terra; aqueles



para média tensão, até 35 kV, e alta tensão, acima de 35 kV, serão utilizados na alimentação de subestações (circuitos ligados ao primário dos trafos abaixadores). Deverão ainda possuir proteções mecânicas e eletrostáticas.

Os condutores serão isolados com sólidos (dos tipos termofixos e termoplásticos) ou estratificados.

Todos os condutores isolados deverão possuir isolamento não propagadora de chamas, com exceção dos utilizados em circuitos de segurança e sinalização de emergência, que deverão ser do tipo "resistente ao fogo". Todos os condutores isolados ou não, serão identificados por cores ou etiquetas coloridas. A identificação por cores seguirá a seguinte tabela:

IDENTIFICAÇÃO	COR
Fase R	Vermelho
Fase S	Branco
Fase T	Preto
Neutro	Azul claro
Proteção	Amarelo ou verde
Retorno	Amarelo - cinza

*Tabela 4 – Identificação de condutores por cor*

As fitas para emendas ou derivações poderão ser:

Plásticas – tira de matéria plástica de cloreto de polivinila, coberta num dos lados por substância adesiva. Sendo que, para uso geral, será utilizada fita elétrica nº 33 - 6 kA e para uso na construção e manutenção de instalações industriais pesadas e em companhias fornecedoras de energia elétrica, será utilizada fita elétrica nº 22 - 13 kA;

De elastômeros – elastômero em forma de fita – Fita elétrica nº 23.

#### b.9.1. 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.

- Considerações gerais

As emendas e derivações dos condutores deverão ser executadas de modo a assegurar resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito e permanente por meio de conectores apropriados. As emendas serão sempre efetuadas em caixas de passagem com dimensões apropriadas. O desencapamento dos fios, para emendas, será cuidadoso, só podendo ocorrer nas caixas.

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

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

- A instalação dos condutores isolados de terra deverá obedecer às seguintes disposições:
- O condutor será tão curto e retilíneo quanto possível, sem emendas, e não conter chaves ou quaisquer dispositivos que possam causar sua interrupção;
- Serão devidamente protegidos por eletrodutos metálicos aterrados ou plásticos, rígidos ou flexíveis;
- Os aterramentos especiais destinados às instalações de computadores e similares, quando executados em separado, serão interligados à malha principal de aterramento por caixas de equalização de potencial.



- Em equipamentos elétricos fixos e suas estruturas e carcaças, as partes metálicas expostas, que em condições normais não estejam sob tensão, deverão ser ligadas à terra quando:
- O equipamento estiver dentro do alcance de uma pessoa sobre piso de terra, cimento, ladrilhos ou materiais semelhantes;
- O equipamento for suprido por meio de instalação em condutos metálicos;
- O equipamento estiver instalado em local úmido;
- O equipamento estiver instalado em local perigoso;
- O equipamento estiver instalado sobre ou em contato com uma estrutura metálica.

Deverão ser ligados à terra, as partes metálicas dos equipamentos abaixo que, em condições normais, não estejam sob tensão:

- Caixas de equipamentos de controle ou proteção dos motores;
- Equipamentos elétricos de elevadores e guindastes;
- Equipamento elétrico de garagens, teatros e cinemas, exceto lâmpadas pendentes em circuitos com menos de 150 Volts;
- Estrutura de quadros de distribuição ou de medidores.

O condutor de ligação à terra deverá ser preso ao equipamento por meios mecânicos, tais como: braçadeiras, orelhas, conectores e semelhantes, que assegurem contato elétrico perfeito e permanente. Não deverão ser usados dispositivos que dependam do uso de solda de estanho.

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.

Nos trechos verticais das instalações em eletrodutos rígidos, os condutores deverão ser convenientemente apoiados na extremidade superior da canalização e a intervalos não maiores do que:

SEÇÃO NOMINAL DO CONDUTOR	INTERVALOS
Até 50 mm <sup>2</sup>	25 metros
70 a 95 mm <sup>2</sup>	20 metros
Acima de 95 mm <sup>2</sup>	10 metros

*Tabela 5 – Distância para apoio de condutores em eletrodutos*

O apoio dos condutores deverá ser efetuado por suportes isolantes com resistência mecânica adequada ao peso a suportar, que não danifiquem seu isolamento, ou por suportes isolantes que fixem diretamente o material condutor (recomendável no caso de isolamentos com tendência a escorregar sobre o condutor), devendo o isolamento ser recomposto na parte retirada.

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

A instalação dos condutores só poderá ser procedida depois de executados os seguintes serviços:

- Limpeza e secagem interna da tubulação;
- Pavimentações que levem argamassa (cimentados, ladrilhos, tacos, marmorite, etc.);
- Telhados ou impermeabilizações de cobertura;
- Assentamento de portas, janelas e vedações que impeçam a penetração de chuva;
- Revestimentos de argamassa ou que levem argamassa.

As emendas de cabos e fios só poderão ser efetuadas em caráter excepcional, previamente autorizadas



pela SUPERVISÃO. Deverão possuir resistências de isolamento pelo menos igual a dos condutores e garantir a inexistência de queda de tensão e/ou aquecimento. Serão sempre executadas em caixas especialmente designadas para esse fim.

A resistência de isolamento das instalações de condutores deverá ser, no mínimo, 1000 vezes a tensão de serviço.

- 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.

- 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 autorização expressa em contrário.

Os condutores que ligam uma distribuição aérea exterior à instalação interna de uma edificação, deverão passar por um trecho de conduto rígido curvado para baixo, provido de uma bucha protetora na extremidade, devendo os condutores estarem dispostos em forma de pingadeira, de modo a impedir a entrada de água das chuvas. Este tipo de instalação com condutores expostos só será permitido nos lugares em que, além de não ser obrigatório o emprego de conduto, a instalação esteja completamente livre de contatos acidentais que possam danificar os condutores ou causar estragos nos isoladores.

- 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. Podem ser usado talco industrial neutro e vaselina industrial neutra. O emprego de graxas não será permitido.

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

As ligações de condutores aos bornes de aparelhos e dispositivos deverão obedecer aos seguintes critérios:

Cabos e cordões flexíveis, de bitola igual ou menor que 4 mm<sup>2</sup>, terão as pontas dos condutores previamente endurecidas com soldas de estanho;

Condutores de seção maior que os acima especificados serão ligados, sem solda, por conectores de pressão ou terminais de aperto.

- Instalação de cabos em bandejas e canaletas

Os cabos deverão ser puxados fora das bandejas ou canaletas e, posteriormente, depositados sobre as mesmas, para evitar raspamento do cabo nas arestas. Cabos trifásicos em lances horizontais deverão ser fixados na bandeja a cada 20 m, aproximadamente. Cabos singelos em lances horizontais deverão ter fixação a cada 10 m. Cabos singelos em lances verticais deverão ter fixação a cada 0,50 m. Os cabos em bandejas deverão ser instalados um ao lado do outro, sem sobreposição.

Serão utilizados cabos multipolares, que terão isolação apropriada, nos seguintes casos:



- Na ligação de equipamentos de grande porte sem a utilização de tomadas;
- Quando a fiação passar aparente, fixada em estruturas de madeira;
- Segundo alguma especificidade que o projeto assim determinar.

**b.10. Interruptores e tomadas, campainhas, placas, minuteria e interruptor por presença****b.10.1. Tomadas**

As tomadas de parede para luz e força, serão normalmente do tipo pesado, com contatos de bronze fosforoso, ou de preferência em liga de cobre. As tomadas não podem ser de 2 pólos.

As tomadas e adaptadores adotados nas instalações elétricas devem estar em conformidade com os preceitos das normas, que foram referenciadas no item 11.2 Documentação de Referência:

NBR 14136	NBR NM 60884-1
NBR 14936	NBR 6147

*Tabela 6 – Normas tomadas e adaptadores*

Em virtude do prazo (2010) para os fabricantes de equipamentos eletroeletrônicos adotarem o padrão brasileiro de tomadas fica definido que a adoção de tipos diferentes desse padrão durante o prazo de adequação requer consentimento expresso da SUDECAP.

Os bornes devem permitir ligação rápida e segura de cabos de 2,5 mm<sup>2</sup>.

O corpo da tomada deve ser em poliamida 6.6 (auto-extinguível) para garantia do isolamento elétrico total.

As tomadas de piso devem ser constituídas de caixa e tampa fabricadas em liga de alumínio-silício ou latão. A tampa será nivelada por meio de parafusos e a contra-tampa será rosqueada à tampa, com junta de vedação. As tomadas de piso somente poderão ser utilizadas nos locais onde não se aplicam as tomadas de parede.

A tomada de 2 pólos + terra, deve ser do tipo pesado, com contatos em liga de cobre 15 A - 250 V. As tampas poderão ser tipo “cega”, “unha” ou “rosca”.

**b.10.2. Campainhas e cigarras**

Poderão ser tipo timbre de embutir em caixa 4” x 2”, de sobrepor ou musicais, com termistor de proteção ou de alta potência (sirenes). As sirenes, usadas em escolas, garagem etc., apresentarão as seguintes características:

Base e suporte em termoplástico;

Sino em aço com pintura anticorrosiva;

Tempo de funcionamento em condições normais (pulsador travado): 200 horas;

Potência acústica a 2 m: 100 a 104 dB;

Timbres de 150 a 250 mm de diâmetro.

**b.10.3. Minuteria**

Serão dotadas de lâmpadas néon, para permitir a visualização da minuteria em funcionamento, sem necessidade de observar as lâmpadas que ela controla. A lâmpada néon acesa indica “lâmpada apagada” e a lâmpada néon apagada indica “lâmpada acesa”.

Terão fusível de proteção de 10 A e ação ultra-rápida.

Terão botão de regulagem da temporização com mínimo de 30 segundos e máximo de 6 minutos.

Terão interruptor com duas posições: “permanente” e “minuteria”. Na primeira posição, manterá as lâmpadas acesas para limpeza ou manutenção das áreas iluminadas, sem comprometimento do sistema eletrônico. Na posição “minuteria”, manterá as lâmpadas funcionando conforme a regulagem, procedendo-se o acendimento pelos pulsadores.



Terão dispositivo de “aviso de extinção de luz”, que consistirá em manter as lâmpadas acesas com 50% da luminosidade, durante oito segundos, após esgotado o tempo de regulagem. Esse período de semi-luminosidade permitirá o acionamento do pulsador antes que o ambiente fique totalmente escuro.

Terão formato e dimensões que permitam a fixação no quadro dos disjuntores. Eventualmente, poderão ser fixadas na parede através de “suporte para disjuntor”.

#### b.10.4. Placas

As placas ou espelhos para interruptores, tomadas, campainhas, cigarras, etc.; serão em termoplástico auto-extinguível e eventualmente, dotadas de plaquetas frontais em alumínio escovado e anodizado.

As placas ou espelhos para áreas externas, serão em termoplástico com proteção contra a ação do sol (raios ultravioleta), para que não escureçam nem desbotem com o tempo.

#### b.10.5. Interruptores

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.

Terão contatos de prata e demais componentes de função elétrica em liga de cobre. É vedado o emprego de material ferroso nas partes condutoras de corrente.

Os parafusos de fixação e molas serão bi-cromatizados.

Deverão ter distância de 3 mm, no mínimo, entre os bornes e os contatos abertos, e corpo em poliamida 6.6 (auto-extinguível).

Serão usadas tomadas tipo industrial, no caso da ligação de equipamento de grande porte em que se opte pela utilização de tomadas, ao invés da ligação direta do cabeamento do circuito ao cabo de saída do equipamento. Esta utilização estará sujeita à especificação completa a ser definida em projeto.

A linha de interruptores e tomadas Pialplus ou similar, deverá ser utilizada juntamente com o sistema modular aparente DLP da PIAL ou similar.

#### **b.11. Luminárias**

Independente do aspecto estético desejado, serão observadas as seguintes recomendações para luminárias:

- Os aparelhos obedecerão naquilo que lhes for aplicável, às normas da ABNT, sendo construídos de forma a apresentar resistência adequada e possuir espaço suficiente para permitir as ligações necessárias;
- Todas as partes de aço serão protegidas contra corrosão, mediante pintura, esmaltação, zincagem ou outros processos equivalentes;
- As partes de vidro dos aparelhos deverão ser montadas de forma a oferecer segurança, com espessura adequada e arestas expostas, lapidadas de forma a evitar cortes quando manipuladas;
- Os aparelhos a serem embutidos deverão ser construídos em material incombustível e que não seja danificado sob condições normais de serviço. Seu invólucro deve abrigar todas as partes vivas ou condutores de corrente, condutos, porta-lâmpadas e lâmpadas, permitindo-se a fixação de lâmpadas e “starters” na face externa do aparelho;
- Aparelhos destinados a funcionar expostos ao tempo ou em locais úmidos, deverão ser construídos de forma a impedir a penetração de umidade em eletroduto, porta-lâmpada e demais partes elétricas. Não se deve empregar materiais absorventes nestes aparelhos.

#### **b.12. Postes de concreto circular ou duplo “T” e postes de aço galvanizado com seção circular**

Os postes de concreto ou de aço galvanizado devem ter 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.

A partir da especificação destas luminárias e seus respectivos acessórios, a ser fornecida pela SUDECAP, a CONTRATADA solicitará ao FORNECEDOR a especificação adequada dos postes.



Será de inteira responsabilidade do referido FABRICANTE/FORNECEDOR, a definição das características técnicas de fabricação e instalação dos postes.

A CONTRATADA exigirá ainda, o termo de garantia do lote de postes fornecidos, contendo as características técnicas de fabricação e o período de garantia, documento a ser também anexado ao "Manual do Usuário" já referenciado anteriormente.

### **b.13. Lâmpadas**

As lâmpadas incandescentes só serão adotadas em locais onde sejam estritamente necessárias conforme notas em projeto. Não deve ser utilizado lâmpadas fluorescentes tubulares de 20W e 40W, as que devem ser substituídas por lâmpadas de menor potências, mantendo o nível de iluminação conforme definido em norma, observando ainda a utilização de lâmpadas de menor diâmetro que melhora o aproveitamento luminoso.

Só serão aceitas as lâmpadas com tensão nominal 127 V ou 220 V, no intuito destas possuírem a vida útil compatível com a tensão fornecida pela rede CEMIG.

Os bulbos deverão ser isentos de impurezas, manchas ou defeitos que prejudiquem o seu desempenho.

As bases deverão obedecer às seguintes exigências:

- Não devem rodar em relação ao bulbo, quando sujeitos no ensaio de torção sob a ação de momentos de força estabelecidos em normas da ABNT;
- O deslocamento angular máximo entre os planos que passam pelos pinos da base não deve ser maior que 6°;
- O corpo deverá ser de latão, alumínio ou outro material adequado;
- A base deverá ficar centrada em relação ao eixo da lâmpada, firmemente fixada ao bulbo;
- O disco central de contato deverá ser de latão e ficar preso ao corpo da base por uma substância isolante vítrea ou de material equivalente;
- As soldas deverão ser feitas de modo a não impedir a colocação e o funcionamento das lâmpadas nos respectivos porta-lâmpadas.

As lâmpadas devem apresentar pelo menos, as seguintes marcações legíveis no bulbo ou na base:

- Tensão nominal (V);
- Potência nominal (W);
- Nome do FABRICANTE ou marca registrada;
- Características de partida: tempo máximo de 10 segundos.

### **b.14. Reatores**

Somente serão utilizados reatores com alto fator de potência.

Devem ser usados reatores eletrônicos, conforme definição de projeto.

Os reatores para lâmpadas de vapor de descarga, poderão ser do tipo interno ou externo, para luminárias com ou sem alojamento para reator, respectivamente. Para reatores do tipo externo, deverá ser evitada a sua instalação em caixas subterrâneas de passagem e/ou derivação.

Os reatores para lâmpadas de descarga, sobretudo vapor de sódio e vapor metálico, que utilizam ignitores, deverão ser locados, preferencialmente, ao lado das luminárias, sob pena de se comprometer a ignição da lâmpada e ter impedido o seu acionamento, neste caso, sempre que possível, deverá se optar por luminárias com alojamento para reator do tipo interno.

Os reatores do tipo externo, que não puderem ser instalados em outro local, serão nas caixas de passagem e/ou derivação, deverão ser fixados na parede lateral da caixa, tão longe da base desta, quanto possível, evitando o contato com água porventura retida na mesma, tanto do reator, quanto de sua fiação de conexão.

Os reatores deverão obedecer as seguintes prescrições:



- Os reatores para lâmpadas de vapor de sódio ou vapor metálico, que utilizam ignitores, deverão ter sempre este dispositivo incorporado, salvo solução específica para eventuais problemas de ignição ocorrentes;
- Todo reator deverá ser provido de invólucro incombustível e resistente à umidade;
- O invólucro do reator deverá ser protegido interna e externamente contra a oxidação por meio de pintura, esmaltação, zincagem ou processo equivalente;
- As características de funcionamento, tais como: tensão de saída, condições de aquecimento, fator de potência e outros, serão as estabelecidas nas normas da ABNT.

Outros acessórios para luminárias, tais como: “starters”, receptáculos, soquetes, etc., serão da mesma linha de fabricação dos reatores e lâmpadas e satisfarão às normas da ABNT inerentes ao assunto.

### **c. Execução**

#### **c.1. 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 for verificado que a tarifa binômia (demanda + consumo) apresenta vantagens financeiras em relação a tarifa monômia (consumo apenas).

#### **c.1.1. Projeto Elétrico**

O projeto de instalações elétricas deverá:

- Obedecer às indicações do Projeto Arquitetônico, às normas e especificações deste CADERNO DE ENCARGOS e da ABNT, além das normas e recomendações da Concessionária;
- Ser elaborado por profissional legalmente habilitado, que deverá fornecer informações completas do projeto, inclusive em mídia eletrônica.

Para elaboração de projeto deverão ser considerados os seguintes documentos, que estão referenciados no item 11.2. Documentação de Referência:



ND-2.1	ND-5.3	NBR 5413	NBR IEC 62271-100
ND-2.6	ND-5.5	NBR 5419	NBR 7285
ND-3.4	NBR 5101	NBR IEC 60050(826)	NBR 9513
ND-5.1	NBR 5356	NBR IEC 60439-1	NBR 14039
ND-5.2	NBR 5410	NBR IEC 62271-102	-
Manual do consumidor nº 11 (Materiais padronizados CEMIG);			
Códigos, Leis, Decretos, Portarias e Normas Federais, Estaduais e Municipais, inclusive normas de concessionária de serviço público;			
Instruções e resoluções dos órgãos do sistema CREA-CONFEA.			

*Tabela 7 – Normas para elaboração de projeto*

O projeto arquitetônico executivo e o leiaute de equipamento que utiliza de energia elétrica (acionamentos, aquecimentos, refrigeração, etc), com indicação de suas potências serão fornecidos pelo CONTRATANTE.

Ao projetista competirá identificar as necessidades ou exigências da instalação, considerando as cargas a serem atendidas, as características e dimensões do imóvel, o grau de confiabilidade requerido para a instalação, as características do sistema supridor no ponto de ligação e as características do solo.

No projeto constarão o dimensionamento, a localização e as especificações de todos os equipamentos e materiais.

O projeto será composto de representação gráfica, memorial descritivo e memória de cálculo. A representação gráfica será feita por meio de desenho de plantas, cortes elevações que permitam a análise e compreensão de todo projeto. Além disso, deve estar rigorosamente de acordo com o Procedimento Padrão para Contratação e Elaboração de Projetos de Edificações.

Os desenhos deverão obedecer às seguintes normas:

NBR 8196	NBR 10068	NBR ISO 10209-2
NBR 10067	NBR 10126	NBR 10582

*Tabela 8 – Normas para desenhos técnicos*

Os desenhos deverão conter um quadro de legenda contendo:

- Nome do proprietário do projeto;
- Título do desenho;
- Número da revisão;
- Data de emissão;
- Desenhos de referência;
- Nome da obra;
- Número do desenho;
- Nome e CREA dos profissionais responsáveis;
- Escalas utilizadas;
- Diagrama Unifilar. Esse diagrama apresentará os circuitos principais, as cargas, as funções e características dos principais equipamentos, tais como:



- Disjuntores: corrente nominal, capacidade de interrupção, classe de tensão;
- Chave seccionadoras: corrente nominal, suportabilidade térmica e dinâmica, classe de tensão;
- Transformadores: potência, classe de tensão, tensão primária e derivações, tensão secundária, tipo e ligação dos enrolamentos;
- Transformadores para instrumentos : classe de tensão, classe de exatidão, corrente ou tensão primária, corrente ou tensão secundária, tipo ligação;
- Reles de proteção: indicação de função;
- Equipamentos de medição: indicação de função;
- Condutores elétricos nus: tipo e bitola;
- Condutores elétricos isolados: classe de tensão, tipo de isolamento, bitola do condutor;
- Pára-raios: tipo, tensão nominal;
- Barramentos: corrente nominal, suportabilidade térmica, suportabilidade dinâmica;
- Fusíveis: tipo, corrente nominal.

Plantas e conteúdos:

- De **Situação da Área** conterà a locação das subestações, cabine de medição, ponto de entrega de energia. Será em escala adequada, topograficamente orientado e amarrado a pontos notáveis;
- De **Cortes Transversais e Longitudinais da Subestação** conterão os detalhes dos equipamentos da subestação: disjuntores, transformadores, chaves seccionadoras, quadros de medição, transformadores para instrumentos, barramentos, malha de terra e outros;
- De **Circuitos de Distribuição** conterão os detalhes de todos os equipamentos do sistema de distribuição elétrica, a disposição dos circuitos elétricos de distribuição, a locação das cargas e indicação e suas potências, locação e características dos equipamentos de emergência (geradores, sistemas suprimento sem interrupção);
- De **Sistema de Iluminação Elétrica** conterão a disposição dos circuitos de iluminação e tomadas, indicando a seção nominal dos condutores e dutos e a que circuito está ligado cada ponto de luz ou tomada;
- De **Sistema de Aterramento** conterà a malha de aterramento, indicando as bitolas dos condutores, posição e características dos eletrodos de terra e conectores;
- De **Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas** conterão os detalhes dos eletrodos, acessórios e cabos de proteção contra descargas atmosféricas diretas.

O Memorial Descritivo apresentará de forma objetiva:

- As características principais do sistema elétrico;
- As cargas consideradas;
- Os fatores de carga e demanda, justificando a escolha das tensões de suprimento e distribuição;
- As especificações dos equipamentos e materiais e as recomendações para a execução da instalação.

O Memorial de Cálculo conterà:

- Levantamento de cargas;
- Definição dos circuitos levando em consideração as correntes de carga e quedas de tensão máxima;
- O dimensionamento dos circuitos;
- Dimensionamento dos condutores elétricos para atendimento das cargas, considerando, além das capacidades de corrente e temperaturas de trabalho, a queda de tensão máxima conforme norma;
- Cálculo das correntes de curto-circuito na entrada de energia, no secundário dos transformadores e na entrada dos quadros de distribuição de circuitos;



- Dimensionamento de malha de aterramento, apresentando, quando aplicável, os potenciais de passo, de malha e de toque, considerando as normas pertinentes;
- Dimensionamento do sistema de proteção contra descargas atmosféricas diretas;
- Dimensionamento otimizado do circuito de alimentação;
- Avaliação do fator de potência da instalação, especificando, quando aplicável, os capacitores e suas respectivas localizações para correção;
- Dimensionamento dos equipamentos e circuitos de emergência.

#### c.1.2. 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.

#### c.1.3. 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.

O Manual do Consumidor nº 11, contém os materiais e equipamentos aprovados para uso nos padrões de entrada CEMIG. Este manual é periodicamente revisado e sem aviso prévio. Portanto, é necessário que a CONTRATADA certifique-se que se trata da última versão.

#### c.1.4. Pedido da ligação definitiva do padrão de entrada

Após cumprida a etapa descrita no item c.1.3, a CONTRATANTE, por intermédio da SP/DI, solicitará a formalização do pedido de ligação, o qual deverá conter os anexos: a relação de cargas; o endereço da obra, com nome da via pública, numeração, nome do bairro e o número da conta globalizada.

O pedido, com os anexos descritos, será enviado à CEMIG pela SP/DI, sendo que os dados necessários e imprescindíveis serão fornecidos pela SP/DO, em tempo hábil.

A CEMIG se reserva o direito de vistoriar as instalações elétricas internas do local.

#### c.1.5. 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.

#### c.1.6. Ligação definitiva

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

#### c.1.7. 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).

Acréscimos 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.

#### c.1.8. 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.

#### c.1.9. Geração própria e sistemas de emergência

Não é permitido o paralelismo entre a geração própria do consumidor, com o sistema elétrico da Concessionária. Caso haja geração própria, esta não poderá ser complementada pela rede CEMIG: o gerador só deve entrar em operação em situação emergencial de desenergização da referida rede.

Nos locais com necessidade de gerador próprio, como em hospitais, o CONTRATADO deverá obedecer as orientações previstas pela Concessionária. É vedada qualquer interligação dos circuitos de emergência com a rede da CEMIG.

#### c.1.10. 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.

#### **c.2. 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.



#### c.2.1. Ligação de obras

As orientações são as mesmas do subitem c.1.2. 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.

#### c.2.2. Consulta prévia

Para o caso de consumidor coletivo, são válidas as mesmas orientações descritas no subitem c.1.3. para consumidores individuais, acrescentando-se o envio do projeto elétrico previamente aprovado.

#### c.2.3. Pedido de ligação definitiva de cada unidade consumidora

As orientações são as mesmas do subitem c.1.4.

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

#### c.2.4. Aumento de carga

As orientações são as mesmas do subitem c.1.7., no entanto a norma a ser seguida é a ND-5.2 CEMIG.

### **c.3. 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.

### **c.4. Iluminação pública de ruas, praças e parques**

Os projetos de iluminação para vias públicas (praças, ruas, avenidas, passarelas, viadutos, monumentos, etc.), ou de modificação de rede para eliminar interferências com as obras da PBH, serão obrigatoriamente aprovados pela CEMIG (segundo norma ND-3.4 – Projetos de iluminação pública) ou por ela elaborados. No caso de contratação de terceiros para elaboração de projetos de Iluminação Pública, a empresa ou pessoa física deverá ter o CREDENCIAMENTO da CEMIG.

Da mesma forma, a implantação desses projetos em vias públicas deverá ser executada por entes também credenciados pela CEMIG, os quais deverão obedecer aos requisitos previstos no documento 02.111- ED/CE - 3055 - Construção de Redes de Distribuição por Particulares – PART - volume I - critérios e procedimentos e volume II – documentação.

O recebimento de obra da CONTRATADA pela PBH será condicionado por sua aprovação pela CEMIG. A DIRETORIA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DA SUDECAP - SP/DI de posse do projeto executado e aprovado, deverá vistoriar a obra para concluir o recebimento.

No caso de projetos e obras realizados pela CEMIG, a negociação e compatibilização do cronograma de execução dos serviços serão efetuadas exclusivamente pela DIRETORIA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DA SUDECAP - SP/DI. O recebimento e liberação de faturas de obras de Iluminação Pública ocorrerão após aprovação da SP/DI.

### **d. Controle tecnológico Recebimento das instalações elétricas**

O recebimento das instalações elétricas estará condicionado à aprovação dos materiais, dos equipamentos e dos serviços pela SUPERVISÃO. As instalações elétricas somente poderão ser recebidas quando entregues em perfeitas condições de funcionamento, comprovadas pela SUPERVISÃO e ligadas à rede de concessionária de energia local.



As instalações elétricas só poderão ser executadas com material e equipamentos examinados e aprovados pela SUPERVISÃO. A execução deverá ser inspecionada durante todas as fases, bem como após a conclusão, comprovando o cumprimento de todas as exigências aqui relacionadas.

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

A SUPERVISÃO efetuará a inspeção de recebimento das instalações, conforme prescrição do capítulo 7 da NBR 5410. Serão examinados todos os materiais, aparelhos e equipamentos instalados, no que se refere às especificações e perfeito estado.

Será verificada a 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.

Serão também conferidos se todos os condutores do mesmo circuito (fase, neutro e terra) foram colocados no mesmo eletroduto. Será verificado o sistema de iluminação e tomadas no que se refere a localização, fixações, acendimentos das lâmpadas e energização das tomadas.

Serão verificados os 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; também serão conferidas as 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.

Será examinado o funcionamento de todos os aparelhos fixos e dos motores, observando o seu sentido de rotação e as condições de ajuste dos dispositivos de proteção. Serão verificados a instalação dos pára-raios, as conexões das hastes com os cabos de descida, o caminhamento dos cabos de descida e suas conexões com a malha de terra.

Será examinada a malha de terra para verificação do aperto das conexões, quando acessíveis, sendo realizada a medição da resistência de aterramento.

Será examinada a montagem da subestação para verificar:

- 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, se necessário, com o auxílio do SUPERVISOR DE PROJETOS, os seus resultados.

#### **11.4.3. Critérios de levantamento, medição e pagamento**

##### **a. Levantamento (quantitativos de 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 e conforme considerações do subitem "b.12" do item 11.4.2 deste capítulo.

## **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 SUPERVISÃO.

## **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.

### **11.5. INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS**

#### **11.5.1. Objetivo**

Estabelecer as diretrizes gerais para execução de serviços de instalação de telefonia, conforme as normas NBR 5410/2004 e a Prática nº 235.510.600 – Projetos de redes telefônicas em edifícios – ANATEL.

#### **11.5.2. Condições específicas**

##### **a. Execução**

##### **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, a cabeaço, a fixação e a instalação de tomadas, deverão ser executadas pela CONTRATADA, em conformidade com as normas descritas acima.

##### **a.2. Tubulação secundária**

As tubulações secundárias obedecerão aos processos construtivos descritos no item 11.4.2., subitem c.2, deste capítulo. 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 norma NBR 5410.

Os comprimentos máximos admitidos para as tubulações serão os recomendados pela TELEBRÁS ou pela concessionária de telefonia fixa. 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 de aço galvanizado de 1,65 mm de diâmetro, 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

As caixas subterrâneas obedecerão aos processos construtivos indicados nas normas descritas no item 11.2. 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 (ver também item 11.4.2 “b.2” deste capítulo) 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**

Deverão ser seguidas as prescrições dos sub-itens c.1.2. e c.1.3. do item 11.4.2. deste capítulo, para execução dos padrões de entrada e detalhamento de projeto.

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. Ver sub-item “a.1” do item 11.5.2.

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. Em trechos curvos, serão 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.

Nas caixas de distribuição geral 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.

### **b. Controle**

O recebimento das instalações telefônicas será efetuado através da inspeção visual de todas as instalações e da comprovação da operação do sistema.

Serão obrigatoriamente observados os seguintes aspectos, quando for o caso:

- Instalação e montagem dos componentes mecânicos, tais como eletrodutos, bandejas para cabos, braçadeiras, caixas, blocos terminais e quaisquer outros dispositivos utilizados;
- Verificação da fiação e das emendas na caixa de passagem ou caixa de distribuição e painéis, com o objetivo de verificar se os requisitos aqui descritos foram atendidos.

Para aceitação das instalações do sistema de telefonia, em seus diversos trechos, serão realizados, onde aplicáveis, no mínimo, os testes recomendados no capítulo 7 da norma NBR 5410 e normas da concessionária de telefonia fixa.

A CONTRATADA terá a responsabilidade de providenciar junto à concessionária a aprovação e liberação dos serviços, de conformidade com os requisitos por ela exigidos.

A SUPERVISÃO deverá ainda:

- Liberar a utilização dos materiais entregues na obra, após comprovar que as características e qualidade satisfazem às recomendações contidas nas especificações técnicas e no projeto;
- Acompanhar a execução dos serviços, observando se são respeitadas todas as recomendações e exigências aqui descritas e aquelas constantes do projeto;
- Comprovar a colocação de buchas e arruelas nos condutores e caixas;
- Verificar a posição certa das caixas indicadas no projeto e se faceiam a superfície de acabamento previsto para paredes e pisos;
- Exigir a colocação de fios de arame galvanizado (sonda) nas tubulações em que os cabos serão passados posteriormente;



- Acompanhar a realização de todos os testes previstos nas instalações, analisando se necessário, com auxílio do SUPERVISOR DE PROJETOS, os seus resultados.

### **11.5.3. Critério de levantamento, medição e pagamento**

#### **a. Levantamento (quantitativos de 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 SUPERVISÃO.

#### **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. SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA (11.92.00 / 11.93.00)**

#### **11.6.1. Objetivo**

Estabelecer critérios para projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) nas unidades da PBH.

#### **11.6.2. Definições**

Consiste no sistema completo, destinado a proteger uma estrutura, contra os efeitos das descargas atmosféricas, composto por sistema externo e interno de proteção.

Devem ser observadas as prescrições propostas pela norma NBR 5419 - "Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas", que especifica as diretrizes para a elaboração de um projeto de proteção.

**11.6.3. Considerações específicas****a. Materiais****a.1. Captação**

O sistema de captação deverá ser, preferencialmente, do tipo malha de condutores, projetado segundo o modelo Eletrogeométrico ou método de Gaiola de Faraday, com fechamentos e raios definidos nas tabelas da norma, de acordo com os níveis de proteção. Deverão ser usados cabos de cobre nu # 35mm<sup>2</sup> ou alumínio 70mm<sup>2</sup> que poderão ser fixados diretamente na estrutura do telhado ou platibandas, de acordo com a arquitetura de cada edificação. Para edificações acima de 20m a partir do solo, deverão ser instalados anéis de cintamento horizontais a cada 20m de altura com cabo de cobre # 35mm<sup>2</sup>.

**a.2. Descidas**

Os condutores de descida deverão seguir o caminho mais curto para o solo, sempre que possível, evitando curvas desnecessárias. Os condutores de descida poderão ser em cobre nu ou Alumínio. No caso do cobre este terá de ter uma seção mínima de 16mm<sup>2</sup> para edificações até 20m de altura e 35mm<sup>2</sup> para edificações acima de 20m de altura. No caso de ser usado o alumínio poderá ser usado a seção transversal de 25mm<sup>2</sup> até 20m de altura ou 70mm<sup>2</sup> caso a edificação tenha mais de 20m de altura. Caso os condutores de descida sejam em cabos, estes deverão ser protegidos contra danos mecânicos até 2,5m acima do solo, através de eletroduto de PVC rígido ou metálico, ou embutidas no reboco da parede. No caso de eletroduto metálico, este deverá ser conectado à descida no ponto inferior e superior deste. A aproximadamente 1,5m acima do solo deverá ser instalada uma caixa de inspeção com conector de medição em bronze, para futuras medições da resistência da malha de aterramento.

**a.3. Aterramento**

O conjunto de aterramento deverá ser constituído de uma malha em anel circundando a edificação enterrada a 0,5m, no solo, com cabo de cobre nu # 50mm<sup>2</sup>, conectada no mínimo a um eletrodo tipo "Copperweld" Ø 5/8" x 2,40m (alta camada = 254 micra - norma NBR 13571) para cada descida e conectada com as hastes de cada descida. A instalação destas hastes tem como objetivo reduzir as tensões superficiais perto das descidas. Todas as conexões cabo/cabo e cabo/haste deverão ser executadas com soldas tipo exotérmica, através de moldes de grafite adequados e não poderão ter aparência porosa ou trincas, podendo ser rejeitadas pela SUPERVISÃO. As valetas para alojamento dos cabos e das soldas exotérmicas somente deverão ser reaterradas após vistoria e liberação da SUPERVISÃO.

**a.4. Equalização de potenciais**

Todas as malhas de aterramento existentes, (elétrica, telefonia, computadores, pára-raios, etc.) deverão ser interligadas numa caixa de equalização de potenciais (20cm x 20cm de embutir), com barramento de cobre. A caixa de equalização deverá ser instalada a 30cm do piso acabado num local equidistante entre todas as malhas de aterramento. Normalmente este local é perto do QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão). O cabo que irá interligar a caixa de equalização de potenciais com as malhas existentes poderá ser de cobre isolado 750V # 16mm<sup>2</sup> na cor verde protegidos por eletroduto de 1" no mínimo, ou então com cabo de cobre nu 50mm<sup>2</sup> em contato direto com o solo.

Dentro da caixa de equalização todos os cabos deverão ser claramente identificados. Todas as tubulações metálicas que entrem ou saiam da edificação deverão ser interligadas com a malha de aterramento que circunda a edificação, no ponto de cruzamento destas. Caso exista tubulação de gás externa de concessionária que possua proteção catódica, essa interligação deverá ser feita de forma indireta, através de um centelhador de gás numa caixa adequada para futuras manutenções, quando for necessário trocar o centelhador. Lembramos que todas as conexões de materiais diferentes deverão ser realizadas através de materiais ou conectores bimetálicos.

Para edificações residenciais com altura acima de 20m a equalização de potenciais se repete a cada 20m de altura, coincidindo com os anéis de cintamento descritos em a.6., deste item 11.6.3. Neste caso, deverão também ser equalizadas as massas metálicas (incêndio, recalque, guias dos elevadores, etc.), fachadas metálicas e sistemas operacionais (elétrica, telefonia, dados, etc).

Para edificações comerciais com grande concentração de equipamentos a equalização de potenciais dos sistemas operacionais deverá ser feita em todos os andares, sendo que as massas metálicas deverão continuar no mínimo a cada 20m de altura.



**a.5. Proteção dos quadros de distribuição elétrica, contra surtos induzidos por descargas atmosféricas**

No quadro geral de baixa tensão (QGBT) deverão ser instalados DPS classe 1, um por fase e nos quadros de distribuição de circuitos (QDC) deverão ser instalados DPS classe 2, um por fase e um entre Neutro e Terra.

**a.6. Seleção do nível de proteção, método de proteção, materiais, bitolas, etc.**

TIPO DE EDIFICAÇÃO	NÍVEL DE PROTEÇÃO
Edificações de explosivos , Inflamáveis, Indústrias Químicas , Nucleares , Laboratórios bioquímicos , Fábricas de munição e fogos de artifício , Estações de telecomunicações usinas Elétricas , Indústrias com risco de incêndio ,Refinarias, etc.	<b>NÍVEL I</b>
Edifícios comerciais, Bancos, Teatros, Museus, Locais arqueológicos, Hospitais, Prisões, Casas de repouso, Escolas, Igrejas, Áreas esportivas	<b>NÍVEL II</b>
Edifícios residenciais, Indústrias, Casas residenciais, Estabelecimentos agropecuários e Fazendas com estrutura em madeira.	<b>NÍVEL III</b>
Galpões com sucata ou de conteúdo desprezível, Fazendas e estabelecimentos agropecuários com estrutura em madeira	<b>NÍVEL IV</b>

*Tabela 9 – Seleção do nível de proteção*

A = Aplicar somente Gaiola de Faraday ou Esfera Rolante

B = Aplicar somente Gaiola de Faraday

h = Altura do captor em relação ao solo

$\alpha$  = Ângulo de proteção (Franklin)

Nível de Proteção	Raio esfera	até 20m $\alpha$	21<h<29m $\alpha$	30<h<44m $\alpha$	45<h<59m $\alpha$	h>60m $\alpha$	Malha da Gaiola	Espaçamento das Descidas	Eficiência do S.P.D.A.
<b>I</b>	20	25°	A	A	A	B	5x10	10	95 a 98%
<b>II</b>	30	35°	25°	A	A	B	10x20	15	90 a 95%
<b>III</b>	45	45°	35°	25°	A	B	10x20	20	80 a 90%
<b>IV</b>	60	55°	45°	35°	25°	B	20x40	25	até 80%
Unidades	Metros	Graus	Graus	Graus	Graus	Graus	Metros	Metros	Porcentagem

*Tabela 10 – Dimensionamento e escolha do método de proteção*



Nível de Proteção	Material	Captção	Descidas h até 20m h>20m		Anéis de Cintamento	Aterramento	Equalizações Alta Corrente	Equalizações Baixa corrente
	Cobre	35	16	35	35	50	16	6
<b>I a IV</b>	Alumínio	70	25	70	70	--	25	10
	Aço Galv. A Fogo	50 Ø 3/8" (*)	50 Ø 3/8" (*)	50 Ø 3/8" (*)	50 Ø 3/8" (*)	80 Ø 7/16" (*)	50	16
Unidades		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>

Obs. : As bitolas acima se referem à seção transversal dos condutores em mm<sup>2</sup>.

G.F. = galvanizado a fogo (quente).

(\*) – Cordoalha Galvanizada a fogo tipo SM 7 fios.

*Tabela 11 – Seção nominal dos condutores (mm<sup>2</sup>)*

Material	Captures			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
Unidade: mm					
NPQ - não gera ponto quente			PPF - pode perfurar		
NPF - não perfura					

*Tabela 12 – Espessuras mínimas dos componentes do SPDA para serem usados como elementos naturais*



Material	Aplicação				Corrosão		
	Ao ar livre	Enterrado	Embutido no concreto	Embutido no reboco	Resistência	Risco agravado	Eletrolítica
<b>Cobre</b>	Maciço, encordoadado ou como revestimento de haste de aço		-	Maciço ou encordoadado	A mais substâncias	Cloretos altamente concentrados; compostos sulfúricos; materiais orgânicos	-
<b>Aço de construção comum ou galvanizado a quente</b>	Maciço ou encordoadado	Maciço ou encordoadado	Maciço ou encordoadado	-	Boa, mesmo em solos ácidos	-	Com o cobre
<b>Aço inoxidável</b>	Maciço ou encordoadado	Maciço ou encordoadado	-	Maciço ou encordoadado	A muitas substâncias	Água com cloretos dissolvidos	-
<b>Alumínio</b>	Maciço ou encordoadado	-	-	-	-	Agentes básicos	Com o cobre
<b>Chumbo</b>	Como revestimento		-	-	Altas concentrações de sulfatos	Solos ácidos	-

**NOTA:** Caso a norma NBR-5419 seja revisada, deverão prevalecer os critérios da nova revisão.

*Tabela 13 (norma NBR 5419) – Materiais do SPDA e condições de aplicação*

#### **a.7. Medição da resistência de aterramento**

A malha de aterramento deverá ser medida antes da interligação com as descidas e com a caixa de equalização, pelo método de “Queda de Potencial” com respectivo gráfico. Caso existam outras edificações todas as malhas deverão ser medidas separadamente antes e também após a sua interligação.

#### **a.8. Sistema tipo estrutural**

- Caso a obra ainda não tenha sido iniciada poderá ser projetado o sistema estrutural, com uma barra adicional de aço (Re Bar) diâmetro 3/8” x 3,40m, galvanizada a fogo, instalada dentro das fundações e em todos os pilares das estrutura de concreto armado, até o topo da edificação, onde serão conectadas ao subsistema de captação. As emendas das barras deverão ser trespassadas de 20cm com 3 clips galvanizados (Figura 1);

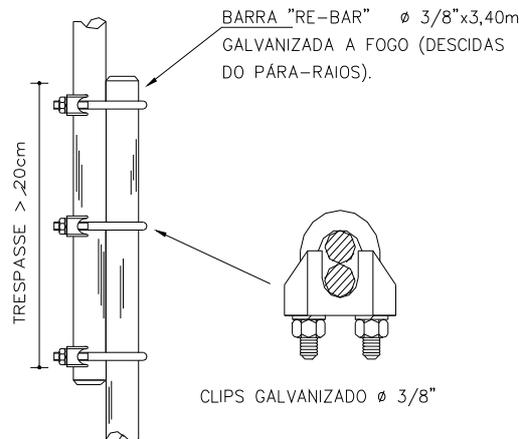


Figura 1 – Emenda dos vergalhões de descida, executada a cada pé direito

- O subsistema de captação, a equalização de potenciais e a proteção dos quadros elétricos e projetos, permanecem de acordo com o descrito nos sub-itens "a.1." a "a.6." do item 11.6.3. Quanto ao sub-item "a.7." do item 11.6.3. (Medição de resistência de aterramento) não é necessário ser realizado para este tipo de sistema;
- No encontro das ferragens dos pilares com as lajes ou vigas, estas deverão ser interligadas por ferros comum da obra (sobras) em formato de "L" de 20cm por 20cm, interligando em posições alternadas às ferragens verticais com as ferragens horizontais com arame torcido de obra, para garantir a equalização de potenciais da estrutura (figura 2);

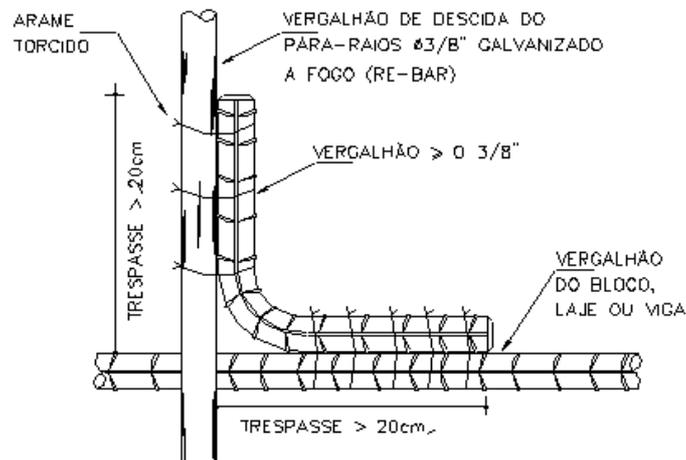


Figura 2 - Amarração do vergalhão do para-raios com outras ferragens próximas

- Devido à complexidade deste sistema e à interferência na execução civil, o anteprojeto deverá ser apresentado antes do início das fundações, correndo o risco de ter que ser abandonado caso as fundações já tenham sido iniciadas, ficando por conta e risco da CONTRATADA todos os custos de adaptação do projeto, materiais e serviços especializados para adequação ao sistema convencional, descrito do sub-item "a.1." ao "a.6." do item 11.6.3;



- É recomendável que o sistema seja implantado por uma empresa especializada neste tipo de instalação e que emita um relatório técnico no final, inclusive com a respectiva ART, embora a instalação das barras adicionais dentro das fundações e dos pilares de concreto possa ser executada pela CONTRATADA.

## **b. Execução**

### **b.1. Anteprojeto e projeto “as built”**

Antes do início dos serviços, a CONTRATADA deverá apresentar um anteprojeto do sistema de proteção completo e com todos os detalhes executivos, juntamente com a ART específica registrada no CREA por profissional habilitado. No projeto deverá constar o nível de proteção, o cálculo do número de descidas e seu posicionamento correto, o sistema de captação com os módulos prescritos na norma, a malha de aterramento e a equalização de potenciais. Durante a execução, pequenas alterações poderão vir a ser necessárias, desde que aprovadas pela SUPERVISÃO e pelo projetista e deverão ser transferidas para o projeto, para que no final da obra seja atualizado (*As built*) pela empresa CONTRATADA.

### **b.2. Edificações já existentes**

Para edificações já existentes e que venham a ser reformadas ou ampliadas deverão ser tomados os seguintes cuidados:

#### **b.2.1. Situação 1 - A edificação não possui nenhum tipo de sistema de proteção**

Solução: Deverá ser dimensionado sistema de acordo com a norma NBR 5419 e conforme os sub-itens “a.1” até “a.6” do item 11.6.3.

#### **b.2.2. Situação 2 - A edificação possui algum sistema de proteção não radioativo**

Solução: Avaliar se o sistema atende à norma NBR 5419 e às prescrições deste caderno. Se atender, emitir um relatório técnico comprovando e justificando. Se não atender, dimensionar um sistema novo.

#### **b.2.3. Situação 3 - A edificação possui um sistema com captor radioativo**

Solução 1: Se for um captor com material radioativo de Amerício 241, deverá ser retirado de acordo com as exigências da CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear), apresentado o recibo de entrega emitido pela CNEN e efetuada a adequação do sistema à norma.

Solução 2: Se for um captor com material radioativo de Rádio (ou suspeitar que seja), deverá ser chamada a CNEN para proceder a retirada, visto ser este material altamente perigoso (alta penetração) devendo ser retirado, somente, por pessoas especializadas e devidamente protegidas. O sistema deverá ser adequado à norma.

**Observação importante:** As empresas especializadas têm facilidade em identificar captores de material radioativo de Amerício ou Rádio.

## **11.6.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento**

### **a. Levantamento (quantitativos de projeto)**

A relação de materiais será parte integrante do projeto de instalações do sistema de proteção de descargas atmosféricas, devendo ser elaborada pelo próprio projetista, conforme critério descrito a seguir.

#### **a.1. Captação**

O serviço será levantado, por conjunto de sistema de captação instalado, conforme projeto específico.

#### **a.2. Descida**

O serviço será levantado por metro de descida especificando-se o cabo e o eletroduto utilizado, conforme projeto específico.

#### **a.3. Aterramento**

O serviço será levantado por conjunto de aterramento a ser instalado, conforme projeto específico.

#### **a.4. Equalização de potenciais**

O serviço será levantado por conjunto de equalização a ser instalado, de acordo com o projeto específico da



edificação.

#### **b. Medição**

O critério de medição adotado para estes itens será o mesmo critério de levantamento, onde serão observadas antes da medição, todas as recomendações do item 11.6 deste capítulo.

#### **c. Pagamento**

##### **c.1. Captação**

O serviço será pago pelo preço unitário contratual, por conjunto de sistema de captação instalado, conforme projeto específico, contemplando todos os condutores, peças, acessórios e mão-de-obra, necessários a instalação e ao perfeito funcionamento do conjunto e listados em projeto.

##### **c.2. Descida**

O serviço será pago pelo preço unitário contratual por metro de descida, especificando-se o cabo e o eletroduto utilizado, conforme projeto específico, contemplando todos os acessórios e mão-de-obra, necessários ao perfeito funcionamento da descida e listados em projeto de instalação.

##### **c.3. Aterramento**

O serviço será pago pelo preço unitário contratual do conjunto de aterramento instalado, conforme projeto específico, contemplando toda a malha de aterramento, haste tipo "Copperweld" com alta camada de cobre, todas as conexões cabo/cabo e cabo/haste, todas as ferramentas e materiais listados em projeto, e mão-de-obra, necessários ao perfeito funcionamento do conjunto.

##### **c.4. Equalização de potenciais**

O serviço será levantado pelo preço contratual do conjunto de equalização instalado, de acordo com o projeto específico da edificação, contemplando as caixas, barramento, conexões e mão-de-obra de instalação necessárias ao perfeito funcionamento do conjunto.

## **11.7. INSTALAÇÕES DE REDE LÓGICA**

### **11.7.1. Objetivo**

Os edifícios devem oferecer infra-estrutura 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 infra-estrutura 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.

### **11.7.2. Condições gerais**

- **Considerações**

Não será aceito nenhum material que não tenha equivalência técnica com os melhores do mercado para a finalidade a qual se destina.

No início da obra, o engenheiro responsável deverá comunicar a PRODABEL, via ofício destinado ao GSST/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.

- **Requisitos baseados na norma ANSI/TIA/EIA 569 A**

Esta norma orienta na construção de infra-estrutura relativa a caminhos e espaços.

- Caminhos e espaços horizontais.

São as rotas que interligam as tomadas das áreas de trabalho aos racks.

Quando o caminhamento for através de eletrocalhas, as mesmas deverão ser aterradas a cada 6m ou



quando perderem a continuidade. A taxa de ocupação máxima da eletrocalha é de 60% da área de sua seção transversal.

Quando o caminhamento for através de eletroduto, embutido ou aparente, o diâmetro nominal não deve ser inferior a 1". Quando aparente, o eletroduto deve ser galvanizado tipo leve. A taxa de ocupação máxima do eletroduto é de 60% da área de sua seção transversal.

Tanto para eletroduto embutido quanto aparente, não poderá haver trecho com mais de 30m sem caixa de passagem.

Não poderá haver mais que 02 (duas) curvas consecutivas, sem 01 (uma) caixa de passagem.

Quando o eletroduto for aparente, não poderá haver distanciamento maior que 1,20m entre os pontos de fixação.

Conduletes tipo "L" não poderão ser usados para estas instalações. Sempre que se fizer curva de 90°, utilizar curva de raio longo e conduletes "C" em sequência.

Quando o número de pontos lógicos for igual ou inferior a 03 (três) e não houver cronograma definido para a instalação das máquinas, a tubulação poderá ser "seca" porém sondada.

A distribuição poderá ser feita através de piso elevado, desde que se respeite a norma específica.

A distribuição poderá ser feita pelo teto, desde que se respeite a norma específica.

Canaletas poderão ser usadas, desde que se utilize todos os seus acessórios e que se respeite as suas limitações e taxa de ocupação.

- Caminhos e espaços intra prédios.

Pode-se ter *backbones* para voz, dados, imagem etc.

Deverá ser utilizado, no mínimo, 01 (um) eletroduto flexível ou rígido, conforme especificação de projeto para uso atual e 01 (um) de reserva.

As caixas de passagem devem ser providas de sistema anti-alagamento ou drenagem, quando forem externas ou no piso.

As caixas deverão ter tampas que suportam o peso que possam estar submetidas.

Quando for necessário o lançamento de cabo óptico aéreo, o mesmo deverá ser espinado e nunca passado em baixo de árvores ou causando significativas interferências na arquitetura.

Em locais onde existam agentes agressivos como: roedores, agentes químicos, umidade etc., todo o cabeamento deverá ser resistente a tais agentes.

### **11.7.3. Condições específicas**

#### **a. Execução**

O cabeamento deve suportar diversas aplicações como voz, dados, vídeo, etc. Deve-se consultar as seguintes normas, NBR 14565, NBR 5410, NBR 6689, NBR 15465, ANSI/TIA/EIA 568A, que já foram relacionadas no item 11.2. O sistema de cabeamento é composto por 07(sete) sub-sistemas, do item "a.1 ao "a.7", a saber:

##### **a.1. Sala de entrada**

A terminação do cabo da operadora deverá ser feito em supressores de surto.

A localização da sala deve obedecer a legislação local e as normas técnicas do provedor ou operadora.

##### **a.2. Sala de equipamentos**

Em instalações grandes deverá existir 01 (uma) sala exclusiva para equipamentos e, em instalações menores, tal sala poderá ser compartilhada com outro ambiente e terá ao menos 01 (um) rack.

Os racks utilizados serão abertos ou fechados, padrão 19" de largura, profundidade mínima de 470mm e altura em U's conforme a necessidade do projeto.

Os racks, quando forem fechados, deverão possuir ventilação forçada.



Deverá ser evitado o uso de bloco IDC110, para a terminação dos cabos em par metálico, sendo recomendados os patch-panels.

Os racks poderão estar:

- baixos: apoiados no piso;
- médios: distanciados do eixo ao piso em 1,30m;
- altos: distanciados de 2,10m da base ao piso.

Quando suspensos, os racks deverão ser bem afixados.

Deverá ser mantida uma distância mínima de 1m na frente e 0,6m no mínimo em pelo menos 01 (uma) lateral do rack.

O rack deverá ser instalado no ponto mais central possível em relação às áreas de trabalho.

Para cada patch-panel instalado no rack, deverá ser instalado também 01 (um) organizador horizontal de cabos.

Os patch-panels deverão ser instalados de baixo para cima no rack.

A mesma área que for ocupada no rack pelos patch-panels deverá ser reservada para os equipamentos ativos.

Deverá ser instalada 01 (uma) régua de tomada com pelo menos 06 (seis) tomadas de uso geral, no ponto médio do rack, voltada para trás.

Todas as portas utilizadas no patch-panel deverão levar a marcação do ponto.

Todo rack deverá ter uma etiqueta de identificação afixada em local visível.

Quando for necessário instalar um rack ao lado do outro, os mesmos poderão ficar encostados entre si lateralmente.

Não é permitida a instalação de racks em locais sujeitos a vazamentos ou inundações.

Quando possível, instalar detectores de incêndio próximos aos racks.

Os cabos de fibra óptica que convergirem ao rack, serão terminados em DIO'S ou terminadores próprios.

Os racks não poderão ser instalados próximos às fontes de interferências eletromagnéticas, tais como subestações e motores de grande porte.

Para projetos mais complexos, solicitar apoio técnico da PRODABEL.

### **a.3. Cabeamento de backbone**

O cabeamento de backbone tem como função proporcionar a interconexão entre as salas de telecomunicações, salas de equipamentos, entradas de facilidades e racks.

Não pode haver mais que 02 (dois) níveis hierárquicos nos backbones.

Os backbones poderão ser em cabo metálico (até 90m) ou em fibra óptica, conforme opção de projeto.

Não são aceitos extensões e divisores no cabeamento de backbone.

Recomenda-se cabo de par trançado de 100Ω, conforme a ANSI/TIA/EIA 568-B-2.

Quando for usada a tecnologia "PoE" (*power over*), os cabos de backbone em par metálico serão, no mínimo, categoria 6 (CAT6).

Os cabos de fibra óptica multi-modo 62,5/125micrometros ou 50/125micrometros poderão ser usados, conforme recomenda a ANSI/TIA/EIA 568-B-3.

Cabo de fibra óptica monomodo também poderá ser usado, conforme recomenda a ANSI/TIA/EIA 568-B-3.

Os backbones exclusivos para voz poderão ser em categoria inferior a CAT5e.

Os backbones exclusivos para vídeo poderão ser em cabo coaxial.



#### **a.4. Sala de telecomunicações**

Seu projeto é especificado pela norma ANSI/TIA/EIA 569A.

#### **a.5. Cabeamento horizontal**

Cabeamento horizontal é o subsistema que interliga a sala de equipamentos, que no caso é o rack, às tomadas na área de trabalho.

Pode ser em fibra óptica ou cabo de par trançado, nunca ultrapassando o comprimento de 90m.

Deve ser terminado no rack em patch-panel e na área de trabalho, em conector M8V (tomada RJ45 fêmea).

Evitar a terminação deste cabo, no rack, em bloco IDC110.

Só poderá existir 01 (um) ponto de consolidação de cabos (P.C.C.) entre o patch-panel e a tomada na área de trabalho.

O P.C.C., quando existir, nunca poderá estar a menos de 15m do rack.

Todo cabo deverá ser identificado com o número do ponto em suas extremidades.

Não é permitido emendas no cabo em par trançado.

Deverá estar citado em nota em todos os projetos que todo o cabeamento será certificado seguindo recomendações das normas ANSI/TIA/EIA 568-B e C.

O cabeamento não poderá ser propagante de fogo, nem emitir fumaças tóxicas.

O cabeamento será distribuído em forma de estrela: cada ponto terá um cabo partindo do rack e indo ao ponto exclusivamente.

#### **a.6. Área de trabalho**

É onde o usuário interage com o sistema, através de fax, telefone, computador etc.

Cada área de trabalho corresponde a 10m<sup>2</sup>.

Deve existir pelo menos 01 (uma) tomada com 02 (dois) cabos por área de trabalho.

Em projetos com usuários já definidos, coloca-se a quantidade de tomadas necessárias à demanda.

O cabo é terminado na área de trabalho em conector M8V (JACK) e conectorizado, segundo a norma de conectorização T568A ou T568B.

Toda tomada será marcada em seu espelho ou em seu corpo (quando for externa) com etiqueta, informando, no mínimo, a marcação dos pontos.

#### **a.7. Administração**

Este trabalho é orientado pela norma ANSI/TIA/EIA 606, e versa sobre a documentação exigida para melhor administrar um sistema de cabeamento estruturado.

#### **b. Sistema de comunicação Wireless (sem-fio)**

Para todas as novas instalações de cabeamento estruturado serão previstos pontos extras para integração à rede *wireless*.

O ponto extra compreende 1(um) ponto lógico e 1(um) ponto de tomada de uso geral, destinados a uma eventual instalação de um *Access Point* (AP). O ponto extra deve ser instalado a uma altura de 2,10m a 2,50m do piso, em local de maior visibilidade e o mais centralizado possível em relação à posição das estações de trabalho.

Será instalado, no mínimo, 1 (um) ponto extra para cada 20 equipamentos (estações de trabalho) compreendidos em um espaço de raio não superior a 30m.

Para espaços fechados, será previsto ao menos um ponto extra exclusivo.

Em caso de redes especiais e/ou redes predominantemente *Wireless*, a PRODABEL deverá ser consultada na fase de elaboração do projeto.