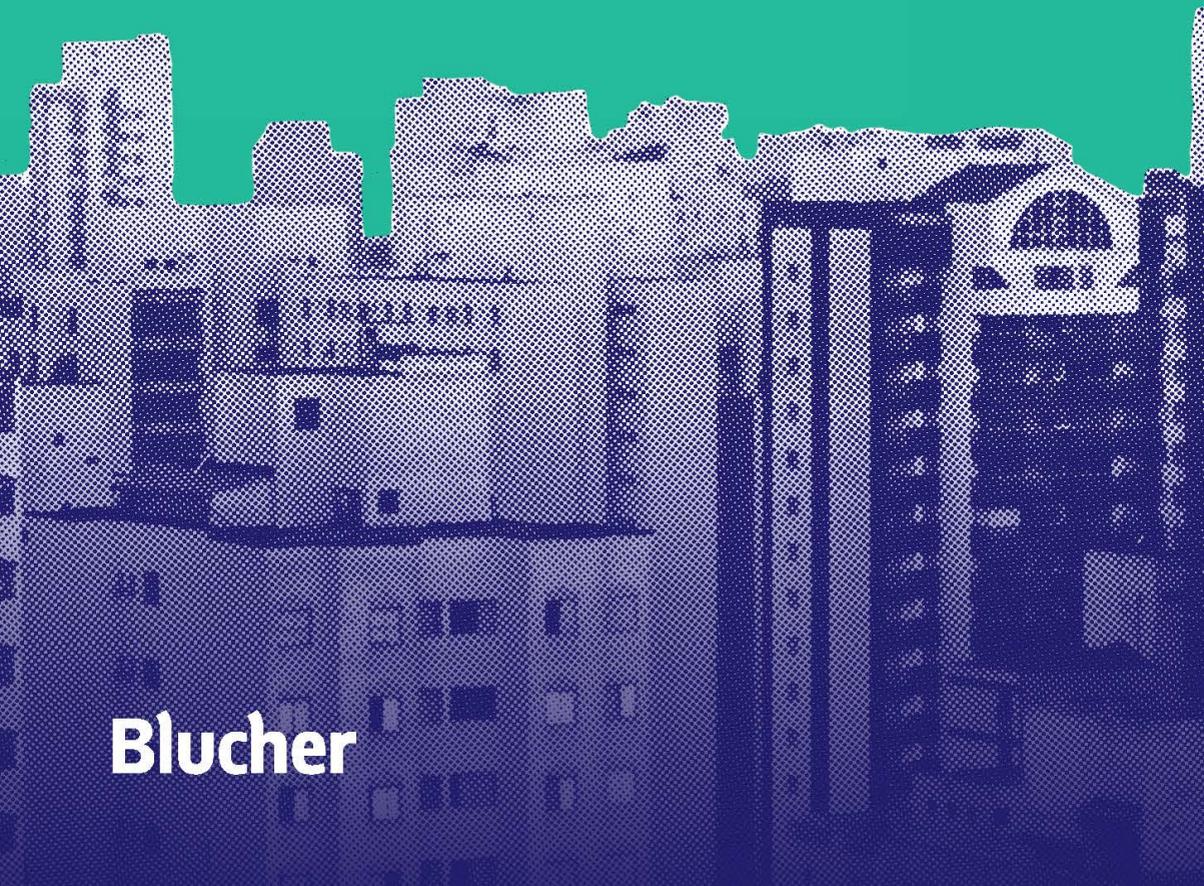


HÉLIO ALVES DE AZEREDO

# O EDIFÍCIO E SEU ACABAMENTO

**Blucher**



HÉLIO ALVES DE AZEREDO

*Assistente Docente da disciplina Prática de Construção Civil,  
na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;  
Professor Titular da disciplina Construção de Edifício,  
da Faculdade de Engenharia São Paulo;  
Ex-professor Associado do Centro Estadual de Educação  
Tecnológica Paula Souza;  
Diretor Técnico de Divisão do Quadro do Departamento de Obras  
Públicas do Estado de São Paulo.*

## O EDIFÍCIO E SEU ACABAMENTO

*O edifício e seu acabamento*

© 1987 Hélio Alves de Azeredo

1ª edição – 1987

14ª reimpressão – 2018

Editora Edgard Blücher Ltda.

---

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-934 – São Paulo – SP – Brasil

Tel.: 55 11 3078-5366

[contato@blucher.com.br](mailto:contato@blucher.com.br)

[www.blucher.com.br](http://www.blucher.com.br)

É proibida a reprodução total ou parcial  
por quaisquer meios sem autorização  
escrita da editora.

---

Todos os direitos reservados pela Editora  
Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

---

Azeredo, Hélio Alves de

O edifício e seu acabamento / Hélio Alves de  
Azeredo – São Paulo: Blucher, 1987.

Bibliografia.

ISBN 978-85-212-0042-0

1. Construção 2. Construção – Detalhes  
3. Edifícios I. Título.

05-0868

CDD-698

---

Índices para catálogo sistemático:

1. Edifícios: Acabamento: Construção civil 698

# CONTEÚDO

## *Capítulo 1 - INSTALAÇÃO ELÉTRICA PREDIAL*

Projeto . . . . .	1
Diagramas . . . . .	1
Rede pública . . . . .	3
Caixas de luz . . . . .	4
Distribuição . . . . .	4
Eletrodutos ou conduítes . . . . .	4
Caixas de passagem . . . . .	7
Fiação . . . . .	9
Roldanas . . . . .	11
Emendas e isolamento de condutores . . . . .	13
Fuga ou vazamento de energia . . . . .	18
Pára-raios . . . . .	19

## *Capítulo 2 - INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS*

Projeto . . . . .	23
Cuidados gerais . . . . .	23
Águas pluviais . . . . .	25
Coleta ou captação . . . . .	26
Calhas . . . . .	26
Rincões . . . . .	28
Bandeja . . . . .	28
Buzinote . . . . .	28
Bocais . . . . .	29
Curvas . . . . .	29
Funil . . . . .	29
Condutores . . . . .	29
Água fria . . . . .	30
Suprimento . . . . .	30
Ramal de alimentação predial . . . . .	30
Reserva . . . . .	31
Reservatório elevado . . . . .	32
Instalação elevatória . . . . .	32
Rede de distribuição predial . . . . .	33
Água quente . . . . .	34
Esgoto sanitário . . . . .	34
Instalações p.e.liais de esgotos sanitários – terminologia . . . . .	34
Aparelhos sanitários . . . . .	34
Caixa coletora . . . . .	34
Caixa de gordura . . . . .	34
Caixa de inspeção . . . . .	34
Caixa sifonada seca . . . . .	34

Caixa sifonada com grelha . . . . .	35
Coletor predial . . . . .	35
Coluna de ventilação . . . . .	35
Desconector . . . . .	35
Despejos . . . . .	35
Fecho hídrico . . . . .	35
Peça de inspeção . . . . .	35
Ramal de descarga . . . . .	35
Ramal de esgoto . . . . .	35
Ramal de ventilação . . . . .	35
Ralo . . . . .	35
Sifão sanitário . . . . .	35
Sub-coletor . . . . .	35
Tubo de queda . . . . .	35
Tubo ventilador . . . . .	35
Princípios gerais . . . . .	37
Ramais de descarga . . . . .	37
Ramais de esgoto . . . . .	38
Tubos de queda . . . . .	39
Ventilação . . . . .	39

### Capítulo 3 - ESQUADRIAS

Esquadrias e caixilhos . . . . .	41
Abertura e localização . . . . .	41
Componentes da porta . . . . .	42
Contra-batente . . . . .	43
Batente . . . . .	45
Aduela . . . . .	45
Guarnição . . . . .	45
Sôcolo . . . . .	47
Batedeira ou mata-junta . . . . .	47
Folha . . . . .	47
Janelas . . . . .	50
Batente . . . . .	50
Vidraça . . . . .	51
Venezianas . . . . .	53
Persianas . . . . .	54
Esquadrias metálicas . . . . .	54
Ferragens . . . . .	56
Dobradiça . . . . .	56
Fechadura . . . . .	58
Contratesta . . . . .	59
Espelho . . . . .	60
Rosetas . . . . .	60
Maçanetas . . . . .	61
Puxadores . . . . .	61
Ferrolho . . . . .	62
Rodízio . . . . .	62
Cremona . . . . .	63
Tarjetas . . . . .	63

Carrancas . . . . .	63
Fixadores ou prendedores . . . . .	64

#### **Capítulo 4 - ARGAMASSA**

Argamassa . . . . .	65
Traço . . . . .	66
Dosagem . . . . .	66
Resistência . . . . .	67
Granulometria . . . . .	67
Classificação das argamassas . . . . .	67
Argamassa de aderência . . . . .	67
Argamassa de junta . . . . .	68
Argamassa de regularização – emboço . . . . .	68
Argamassa de acabamento – reboco . . . . .	69

#### **Capítulo 5 - REVESTIMENTO DE PAREDE**

Normas gerais . . . . .	70
Revestimentos argamassados . . . . .	71
Chapiscado . . . . .	71
Emboço . . . . .	71
Reboco ou fino . . . . .	73
Barra lisa de cimento . . . . .	74
Estuque lúcido . . . . .	75
Massa raspada . . . . .	75
Massa tipo travertino. . . . .	76
Massa lavada . . . . .	76
Granilite . . . . .	76
Revestimentos não argamassados para paredes . . . . .	76
Revestimento de azulejos . . . . .	77
Revestimento de pastilhas . . . . .	85
Revestimento de pedras naturais . . . . .	86
Revestimento de mármore e granito polido . . . . .	89
Revestimento de madeira . . . . .	90
Revestimento de plásticos ou vinílicos . . . . .	92
Revestimento de papel . . . . .	93
Revestimento de placas de cortiça . . . . .	94

#### **Capítulo 6 - PAVIMENTAÇÃO**

Conceito . . . . .	95
Compatibilidade . . . . .	95
Adequação . . . . .	95
Aspectos psicológicos . . . . .	95
Economia . . . . .	95
Qualidades gerais da pavimentação . . . . .	95
Resistente ao desgaste ao trânsito . . . . .	96
Apresentar atrito necessário ao trânsito . . . . .	96
Higiênico . . . . .	96
Econômico . . . . .	96
Fácil conservação . . . . .	96

Inalterabilidade . . . . .	96
Decorativo . . . . .	96
Classificação . . . . .	96
Execução . . . . .	97
Soalho de tábua corrida . . . . .	98
Tabeira . . . . .	101
Tacos . . . . .	101
Tacos assentes com argamassa . . . . .	101
Tacos assentes com cola . . . . .	103
Parquete . . . . .	103
Cerâmicas . . . . .	103
Cacos cerâmicos . . . . .	105
Ladrilhos hidráulicos . . . . .	106
Pedras naturais . . . . .	106
Mármore . . . . .	106
Caco de mármore . . . . .	107
Granito polido . . . . .	107
Pavimento de rocha natural . . . . .	107
Pavimento de mosaico português . . . . .	108
Rocha artificial – granilito . . . . .	108
Concreto polido . . . . .	109
Pavimentos sintéticos . . . . .	109
Placa de PVC . . . . .	111
Dados técnicos . . . . .	111
Utilização básica . . . . .	111
Aplicação . . . . .	112
Manta de PVC . . . . .	112
Dados técnicos . . . . .	112
Utilização básica . . . . .	112
Aplicação . . . . .	112
Forração têxtil agulhada . . . . .	113
Dados técnicos . . . . .	113
Utilização básica . . . . .	114
Aplicação . . . . .	114
Placa de borracha sintética . . . . .	114
Dados técnicos . . . . .	114
Utilização básica . . . . .	114
Aplicação . . . . .	115
Aplicação da placa argamassada . . . . .	115
Aplicação da placa colada . . . . .	115
Pavimento vinil amianto . . . . .	115
Fabricação . . . . .	115
Utilização básica . . . . .	115
Aplicação . . . . .	116
Instruções para manutenção . . . . .	116
Reviflex Bouclê . . . . .	116
Utilização básica . . . . .	116
Especificação . . . . .	116
Propriedades . . . . .	116
Aplicação e limpeza . . . . .	117

Pavimento fenólico melamínico tipo Formiplac, Fórmica, etc. . . . .	117
Características gerais . . . . .	117
Aplicação . . . . .	117
Características específicas . . . . .	117
Pavimento de vidro . . . . .	118
Pavimento têxtil . . . . .	118

**Capítulo 7 - FORRO**

Definições . . . . .	119
Classificação . . . . .	119
Forro de madeira . . . . .	119
Forro de estuque . . . . .	122
Forro metálico . . . . .	123
Estrutura de sustentação . . . . .	123
Tratamento de superfície . . . . .	124
Iluminação . . . . .	124
Tratamento acústico . . . . .	124
Elementos complementares e acessórios . . . . .	124
Bandejas . . . . .	124
Estruturas de sustentação . . . . .	124
Propriedades, características . . . . .	124
Forro de PVC . . . . .	125
Tarugamento . . . . .	125
Propriedades físicas . . . . .	125
Propriedades químicas . . . . .	125
Resistência ao fogo . . . . .	125
Forro de fibra . . . . .	126
Sistema de aplicação . . . . .	126
Acabamento . . . . .	126

**Capítulo 8 - VIDRO**

Calço . . . . .	127
Carrô . . . . .	128
Contravento . . . . .	128
Domo de vidro . . . . .	128
Encosto . . . . .	128
Envidraçamento . . . . .	128
Folhas . . . . .	129
Gaxeta . . . . .	130
Identificação . . . . .	130
Laboração . . . . .	130
Marcos de esqueleto . . . . .	130
Marcos de pinças . . . . .	130
Massa . . . . .	130
Colchão . . . . .	131
Cordão . . . . .	131
Moldura . . . . .	132
Pavê de vidro . . . . .	132
Pinásio . . . . .	132
Rebaixo . . . . .	132

Vidraça . . . . .	132
Vitral . . . . .	132
Vitrina . . . . .	133
Cristal . . . . .	133
Liso . . . . .	133
Impresso. . . . .	133
Classificação . . . . .	133
Vidro recozido . . . . .	134
Vidro de segurança . . . . .	134
Vidro de segurança temperado . . . . .	134
Vidro de segurança laminado . . . . .	134
Vidro de segurança aramado . . . . .	134
Vidro termoabsorvente . . . . .	134
Vidro composto . . . . .	134
Vidro transparente. . . . .	134
Vidro translúcido . . . . .	135
Vidro opaco . . . . .	135
Vidro liso. . . . .	135
Vidro polido . . . . .	135
Vidro impresso. . . . .	135
Vidro fosco . . . . .	135
Vidro espelhado . . . . .	135
Vidro gravado . . . . .	135
Vidro esmaltado . . . . .	135
Vidro termo-refletor . . . . .	135
Projeto. . . . .	136
Vidro a ser usado . . . . .	136
Colocações auto-portantes . . . . .	136
Necessidade de contraventamento . . . . .	138
Manipulação e armazenamento. . . . .	139
Esforços solicitantes . . . . .	140
Dimensionamento . . . . .	141
Disposições construtivas . . . . .	144
Envidraçamento . . . . .	144
Recomendações . . . . .	146

## *Capítulo 9 - PINTURA*

Classificação . . . . .	149
Pintura arquitetônica . . . . .	149
Pintura de manutenção . . . . .	149
Pintura de comunicação . . . . .	149
Tintas miscíveis em água . . . . .	150
Tintas miscíveis em solvente . . . . .	150
Constituintes das tintas . . . . .	150
Constituintes dos vernizes e esmaltes . . . . .	150
Constituintes das lacas . . . . .	150
Tintas miscíveis em água — base de cal . . . . .	152
Têmpera . . . . .	154
Base de cimento . . . . .	154
Tintas de caseína . . . . .	154

Emulsões betuminosas . . . . .	154
Emulsões de polímeros (látex) . . . . .	155
Tintas diluíveis em solventes . . . . .	157
Solventes . . . . .	157
Secantes . . . . .	158
Pigmentos . . . . .	159
Cargas . . . . .	159
Tinta à base de óleo . . . . .	159
Pintura simples de óleo . . . . .	159
Pintura fina de óleo . . . . .	160
Tinta a óleo em madeira . . . . .	160
Tintas em peças metálicas . . . . .	160
Vernizes naturais . . . . .	160
Vernizes de resinas alquídicas . . . . .	161
Lacas . . . . .	162
Betumes . . . . .	162
Resinas sintéticas em solução . . . . .	162
Resinas vinílicas . . . . .	162
Borracha sintética . . . . .	163
Recobrimento de neoprene . . . . .	163
Borracha clorada . . . . .	163
Resinas de uréia e melamina . . . . .	163
Resina epóxi . . . . .	164
Resinas de silicone . . . . .	165
Resinas fenólicas . . . . .	165
Resinas de poliacrílico . . . . .	165

#### *Capítulo 10 - ORÇAMENTO*

Preço unitário . . . . .	166
Taxas das leis sociais e ferramentas – LSF . . . . .	166
Taxas de benefícios e despesas indiretas – BDI . . . . .	168

#### *Capítulo 11 - LESÕES DAS EDIFICAÇÕES*

Conceito . . . . .	169
Categorias de lesões . . . . .	169
Lesão por adaptação ou acomodação . . . . .	169
Lesão por recalque . . . . .	170
Lesão por esmagamento ou compressão . . . . .	170
Lesão por rotação . . . . .	172
Lesão por escorregamento do plano de assentamento . . . . .	173
Trincas e suas causas em vigas, pilares e lajes de concreto-armado . . . . .	173

# Capítulo 1

## INSTALAÇÃO ELÉTRICA PREDIAL

### PROJETO

Os projetos de instalação elétrica predial são uma das etapas mais importantes da construção. Uma instalação mal dimensionada, mal executada, apesar de ser empregado material de 1ª qualidade, pode acabar gerando grandes despesas futuras e até acidentes de grandes proporções como incêndios.

### DIAGRAMAS

Não vamos aqui nos preocupar com o projeto propriamente dito, mas sim com os cuidados que se deve ter na sua execução. Os projetos de instalações elétricas são representados por diagramas (plantas) onde configuram a instalação global ou parte dela, por meio de símbolos gráficos; assim para um projeto de instalação elétrica predial podemos apresentar os seguintes diagramas:

- a) unifilar
- b) funcional
- c) multifilar
- d) distribuição

**Diagrama unifilar** – apresenta partes principais de um sistema elétrico e identifica número de condutores, seus trajetos, por um único traço. Geralmente representa a posição física dos componentes da instalação. Exemplo: interruptor, tomada, lâmpada, eletroduto, etc.; porém não representa com clareza o funcionamento e a seqüência funcional dos circuitos (Fig. 1.1).

**Diagrama funcional** – apresenta todo o sistema elétrico e permite interpretar com rapidez e clareza o funcionamento ou seqüência funcional dos circuitos, não se preocupando com a posição física dos componentes da instalação (Fig. 1.2).

**Diagrama multifilar** – apresenta todo o sistema elétrico em seus detalhes e representa todos os condutores. Não traz informação quanto a posição entre os componentes do circuito. É usado somente para circuitos elementares, pois é difícil a interpretação quando o circuito é complexo (Fig. 1.3).

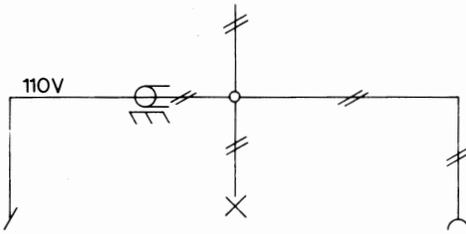


Figura 1.1

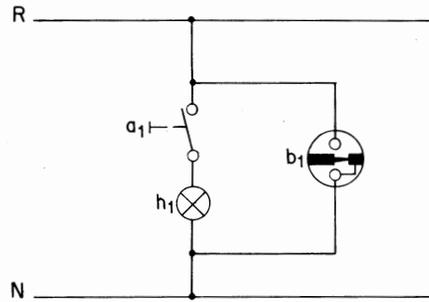


Figura 1.2

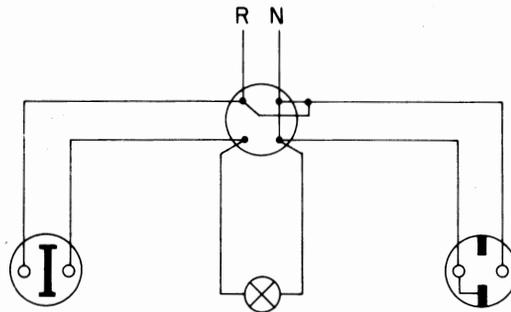


Figura 1.3

**Diagrama de distribuição** – é um diagrama unifilar que permite interpretar com extrema rapidez a distribuição dos circuitos e dispositivos, ou seja, o funcionamento. Para a execução de uma instalação elétrica, dois aspectos são fundamentais para o electricista. O primeiro é a localização dos elementos na planta, quantos fios passarão em determinado eletroduto e qual o trajeto da instalação. O segundo é o funcionamento – é a distribuição dos circuitos e dos dispositivos. Como não é possível representar ao mesmo tempo esses dois aspectos num único diagrama – sem prejudicar a clareza de interpretação de um deles (posição física ou funcionamento) – a instalação é representada por dois diagramas. Diagrama unifilar de fiação e de distribuição – essa é a finalidade da utilização de tipos diferentes de diagramas.

A execução de um projeto de instalação elétrica predial, não é um serviço contínuo como o do pedreiro, que entra na instalação do canteiro e sai com a entrega das chaves ao proprietário; a atividade do electricista é termitente, por partes bem definidas de como fazer, isto é:

- 1) a instalação da tubulação seca na estrutura de concreto na fase de concretagem.
- 2) as descidas nas alvenarias, compreendendo a marcação, rasgo e colocação dos conduítes e caixas.

- 3) após os revestimentos concluídos, antes da pintura, a passagem da enfição.
- 4) finalmente, após a pintura, a colocação dos aparelhos, tomadas, interruptores e espelhos.

## REDE PÚBLICA

**Características da rede pública** – a rede pública geralmente fornece energia com entrada monofásica com 2 fios em fase, cor vermelha o positivo, e outro neutro (de cor azul), tendo tensão entre si de 115 ou 127 volts ou bifásica, composta de 3 fios, um neutro de cor azul e dois outros de fases de cor vermelha, fornecendo a seguinte tensão: neutro e fases 115 ou 127 volts (fase e fase 230 ou 220 volts).

Antes de qualquer providência, é preciso saber qual a tensão da rede pública, pois em alguns municípios o fornecimento de energia elétrica é feito exclusivamente em 220 volts, podendo ter ou não o fio neutro, dependendo do sistema elétrico da concessionária. Antes de tocar em qualquer fio, certifique-se de que ele não está energizado. O fio neutro normalmente não tem energia, isto é, não tem tensão, enquanto o fio fase, ao contrário, é um fio com energia; para identificá-los usa-se a lâmpada teste de 220 V (Fig. 1.4a, b, c).

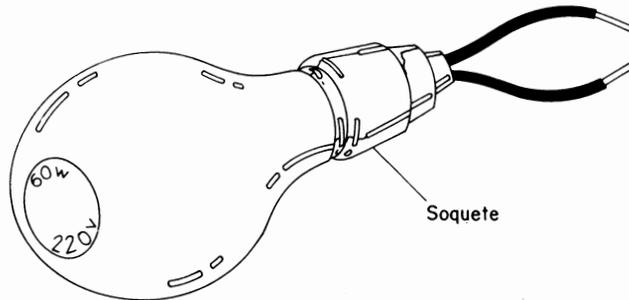


Figura 1.4a

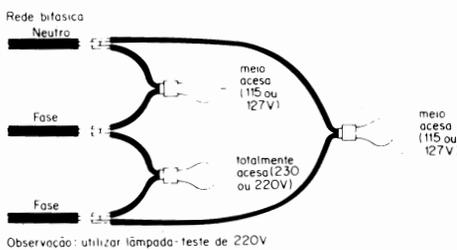


Figura 1.4b

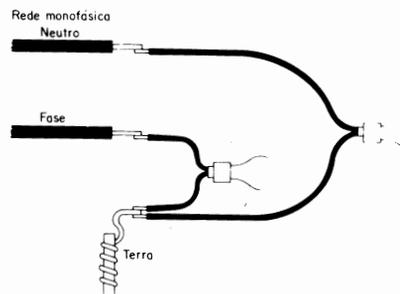


Figura 1.4c

Para identificar o fio neutro, basta usar-se o fio terra, que é uma barra metálica fincada no solo com um fio de cobre preso na extremidade superior. Utilizando a lâmpada teste de 220 volts, faz-se contato com o fio terra e um dos fios: se a lâmpada acender, significa que estamos utilizando o fio fase e, caso contrário, o fio utilizado é o neutro. Quando não temos perto o fio terra, utilizamos o condutfe ou a própria caixa, sendo

ambos de metais. Para saber a tensão da rede bifásica, usamos novamente a lâmpada-teste (220V). Faz-se o contato com dois fios: se a lâmpada-teste acender totalmente, a tensão é de 220V ou 230V e, se a lâmpada ficar pouco acesa, a tensão é de 115 ou 127V.

## CAIXAS DE LUZ

**Instalação das caixas de luz e de distribuição** – antes de fazer a ligação na rede pública, é necessário tomar algumas providências com a caixa de luz e de distribuição, sendo que a caixa de luz deverá seguir as normas da companhia concessionária, assim como estar em local visível e de fácil acesso para a leitura, pois nela é que será instalado o relógio medidor.

A caixa de distribuição também deverá obedecer as normas da companhia concessionária de energia elétrica. Deverá ser examinado nas caixas, se foram feitos todos os furos como os de passagem de eletrodutos, tubos isolantes e os furos de fixação da caixa na parede. Na instalação de chaves de faca, além do alinhamento, da firmeza da instalação, deve-se observar ainda que o peso das lâminas não provoque o fechamento das mesmas; quando tal disposição não for praticável, ou no caso de chaves de duas direções instaladas em posição vertical, deverão ser providas de meios que permitam travá-las na posição aberta. Nessa posição, as lâminas e os porta-fusíveis deverão, em princípio, ficar sem tensão elétrica. Quando não for possível deixar simultaneamente sem tensão as lâminas e os fusíveis, prefira deixar os fusíveis sem tensão. A Fig. 1.5 mostra posições certas e erradas das chaves de fusíveis de rolha e de cartucho. A caixa de luz deve ter aterramento com “eletrodo de terra”, e o condutor desse aterramento deve ser, no mínimo, da mesma seção do fio fase, Fig. 1.6.

## DISTRIBUIÇÃO

Atualmente nas caixas de luz e principalmente nas de distribuição, estão sendo aplicados em substituição às chaves de faca os disjuntores. Os disjuntores, normalmente operados por meios que não manuais, deverão ser providos não somente de dispositivos mecânicos que permitam a abertura e o fechamento manual como também de dispositivos de abertura livre. Os punhos, alavancas, volantes e outros meios para a manobra manual de disjuntores deverão ser facilmente acessíveis. Excetuam-se os disjuntores sem caixas de distribuição, que podem ficar ocultos quando a tampa da caixa estiver fechada. Os disjuntores de comando não manual deverão ter, intercalados entre eles e a fonte de energia, um seccionador de desligamento comprovável visualmente. Os disjuntores de comando manual poderão servir como chaves separadoras de circuitos.

## ELETRODUTOS OU CONDUÍTES

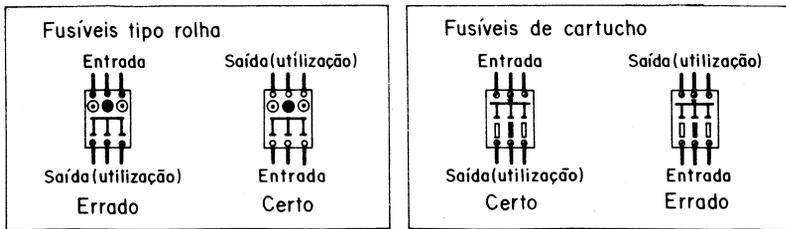
Eletrodutos são tubos de metal ou plásticos rígidos ou flexíveis, utilizados para proteger os condutores contra umidade, choques mecânicos e elementos agressivos. Os eletrodutos podem ser classificados em:

metálicos rígidos: pesados  
leves

Eletrodutos: plásticos rígidos  
metálicos flexíveis

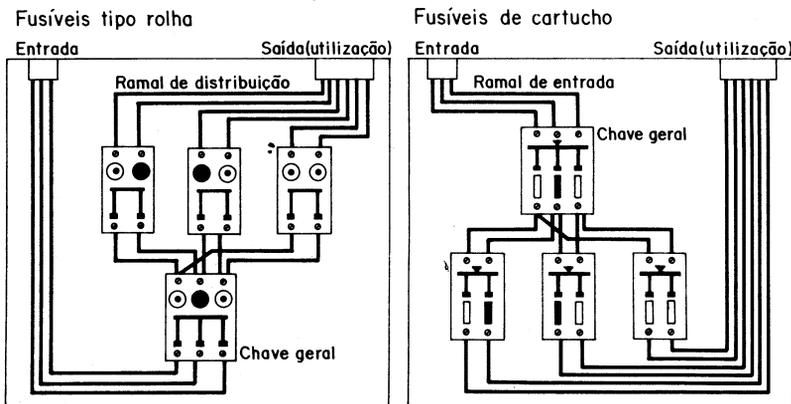
plásticos flexíveis: leve  
pesado

1. A posição da chave: entrada e saída.



Obs.: Instalando de maneira errada, você pode levar choque quando for trocar os fusíveis, mesmo estando a chave desligada.

2. Caixa de distribuição.

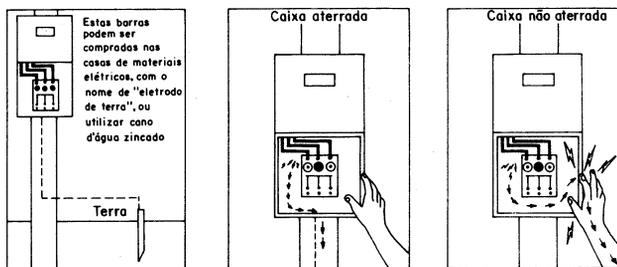


O número de chaves de distribuição depende do nº de circuitos  
 Obs: NÃO COLOCAR FUSÍVEL NO NEUTRO



Figura 1.5

Aterramento de caixas de luz



Observação: O fio terra deve ser, no mínimo, da mesma seção do fio fase.

Figura 1.6

Eletrodutos metálicos rígidos são tubos de chapa de aço, com ou sem costuras longitudinais; são pintados interna e externamente com esmalte preto ou são galvanizados; estes são muito utilizados em instalações aparentes, podendo ter secção quadrada ou retangular, além da circular.

Os pesados têm a parede metálica de espessura maior e seu diâmetro mínimo é de 5/8", com comprimento da barra de 3 metros, em cujas extremidades vêm rosca e uma luva de tarraxa (esses eletrodutos permitem fazer rosca através de tarraxa enquanto que os leves não permitem). Havendo necessidade de se fazer uma curva, esta deve ser feita a frio e com ferramenta apropriada ou seja, um dobra tubos, Fig. 1.7; na falta deste e havendo necessidade de se fazer curvas, pode-se encher o condute com areia e, com o apoio do pé, fazer a curva. A areia é necessária para evitar o estrangulamento da secção.

O eletroduto leve não permite fazer rosca com tarraxa devido a pequena espessura da chapa com que é confeccionado o eletroduto. Os eletrodutos metálicos, de modo geral, quando serrados devem ser limpos, e retiradas as rebarbas externas e internamente com lima redonda, para evitar o decapamento dos condutores na fase da enfição. Os eletrodutos leves têm o diâmetro mínimo de 1/2" e o comprimento de 3 metros. Os eletrodutos metálicos rígidos devem ser fixados nas caixas de passagem de luz, tomadas e interruptores, através de bucha e arruela, para que o condutor fique preso à caixa e eliminar novas arestas que poderão na etapa da enfição estragar o isolamento do condutor (Fig. 1.8).

**Arruelas e bucha para eletrodutos roscados** – as mais comuns são roscadas. São fabricadas em aço, alumínio ou plástico.

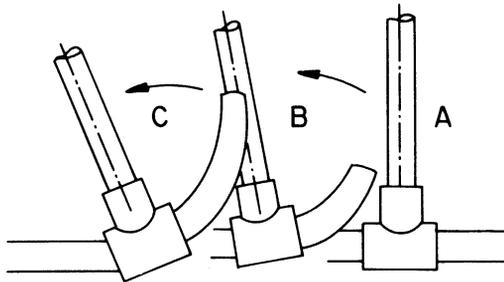


Figura 1.7

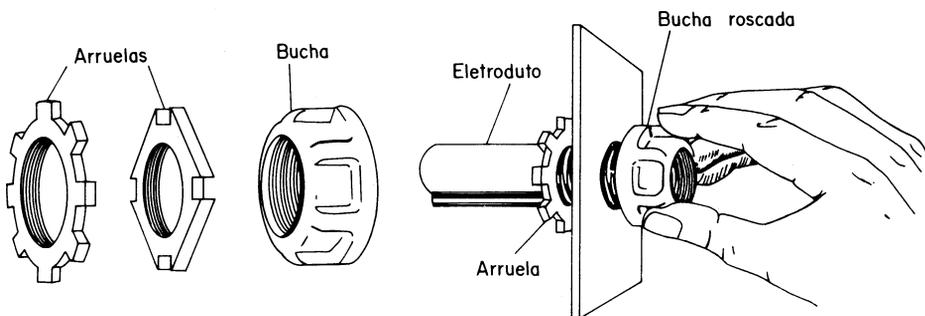


Figura 1.8

**Metálicos flexíveis** – esses eletrodutos são formados por uma cinta de aço galvanizado enrolada em espirais, sobrepostas e encaixadas de tal forma que o conjunto proporcione boa resistência mecânica e grande flexibilidade. São geralmente utilizados para ligações de motores, chuveiros, duchas, etc. e onde haja necessidade de fazer curvas externas (expostas).

**Plásticos rígidos** – estes eletrodutos são fabricados com derivados de petróleo e são isolantes à eletricidade, não sofrem corrosão nem são atacados pelos ácidos. São fabricados em varas de 3m e seus diâmetros correspondem ao da tabela dos eletrodutos metálicos rígidos. Geralmente, um dos extremos é de diâmetro expandido como se fosse uma luva, para melhor introdução de outro eletroduto mediante pressão e cola. Quando houver necessidade de curvá-los, é necessário aquecer para moldá-los na curvatura desejável. Esse aquecimento não pode ser feito diretamente numa chama de lamparina. A desvantagem desses eletrodutos é não possuírem rosca nos terminais de encaixe nas caixas para colocação de arruelas e bucha, o que dá sem dúvida, maior rigidez ao conjunto eletroduto-caixa.

**Plásticos flexíveis** – são eletrodutos com paredes corrugadas em forma de espirais, que permitem enorme flexibilidade. No comércio encontram-se dois tipos: leve e pesado. O leve tem paredes do tubo interna como externamente corrugadas em forma de espiral, enquanto que o pesado tem espiras somente externamente, Fig. 1.9. O leve, tendo espiras na fase interna, dificulta a passagem dos fios, assim não deve ser usado em pisos, pois devido à sua enorme flexibilidade, pode estrangular a secção do eletroduto no momento de colocar concreto para o contrapiso, dificultando posteriormente a enfição. Portanto, o eletroduto tendo o interior liso e com maior espessura de parede, facilita a passagem dos fios.

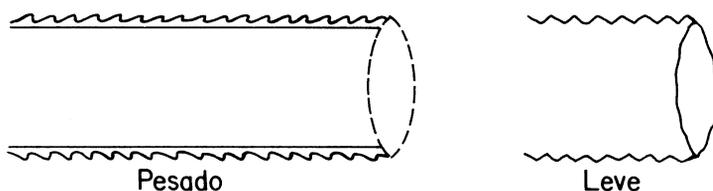


Figura 1.9

Um grande problema em consequência da aplicação de eletrodutos plásticos, sejam rígidos ou flexíveis, é quando se for fixar armários ou quadros em parede e não se sabe onde passa o eletroduto, podendo então ser perfurado, decapar o condutor e provocar um curto-circuito. Apesar desse problema, o emprego do eletroduto plástico tem inúmeras vantagens, como seja: preço, facilidade de manejo, rapidez de execução etc.

## CAIXAS DE PASSAGEM

As caixas para tomadas, interruptores, passagem de fios de luz podem ser de chapa metálica pintada com esmalte preto ou neutro ou ser de plástico. As caixas de passagem e de luz que ficam nos forros são sextavadas com fundo removível, enquanto que as utilizadas para fixação de tomadas e interruptores têm a forma quadrada ou retangular, sem fundo removível.

Na localização das caixas para fixação de tomadas, o centro da caixa deve ficar uns 30 cm acima do piso, em locais isentos de umidade. Em caixas fixadas no piso, as mesmas devem ser especiais e com tampa metálica rosqueada.

A atividade do Engenheiro Construtor, dentro da obra, começa na fiscalização do local de todas as caixas de passagem, dos pontos de luz na forma, assim como verificar se elas têm proteção contra a penetração da nata de cimento, que poderá obstruir as entradas dos eletrodutos no interior da caixa; para tal, deve-se colocar papel amarrotado. Em seguida, conferir a locação das descidas na alvenaria e passagem nas vigas, procurando ver se o eletroduto tem comprimento suficiente para fazer emendas. Nas descidas, os rasgos na alvenaria de tijolo de barro cozido maciço (caipira) devem ser de diâmetro pouco maior que o eletroduto e pouco profundo para evitar que as caixas de tomadas e de interruptores fiquem muito enterradas com relação à face acabada do revestimento da parede, permitindo que se encaixem sem muita folga.

Sua perfeita fixação completa-se, colocando-se alguns pregos inclinados nos tijolos, de maneira a ter o eletroduto perfeitamente preso à alvenaria (Fig. 1.10).

Caso em que a descida se faça não em tijolos maciços mas em tijolos furados ou em blocos de cimento, o rasgo das descidas já não é possível ser perfeito (será excessivamente largo e profundo) e o eletroduto não terá perfeita fixação, ficará com excessiva folga, portanto, balançando dentro do rasgo, precisando calços com cacos de tijolos ou de blocos e enchimento com argamassa (Fig. 1.11), não permitindo dimensionar a profundidade das caixas e dos eletrodutos dentro do rasgo da alvenaria,

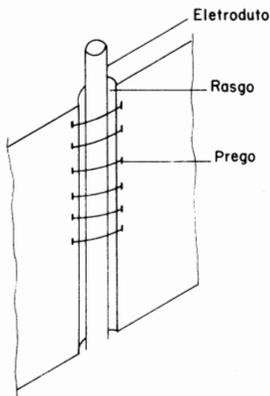


Figura 1.10

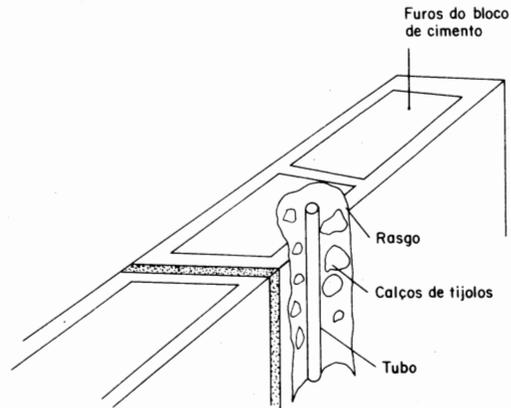


Figura 1.11

para que o acabamento final do revestimento da parede faça com as bordas das caixas (Fig. 1.12), e fazendo com que as "orelhas" das caixas não fiquem muito profundas e o interruptor ou tomada para ser fixado necessite de parafusos compridos especiais e não fixando bem a peça na caixa. Verificar também se os terminais dos eletrodutos junto às caixas possuem arruela e bucha, o que dará fixação maior ao conjunto eletroduto-caixa (Fig. 1.13).

Os terminais dos eletrodutos e caixas devem ser protegidos da entrada de sujeira, respingos de argamassa, etc. e para tanto calafetamos com a introdução de papel amarrotado. Eventualmente, a marcação e os rasgos se fazem após o revestimento grosso (emboço), o que não é aconselhável, pois ao fazê-lo o revestimento do lado oposto ao corte e também a alvenaria irão enfraquecer a sua aderência, devido às pancadas da marreta sobre a talhadeira não utilizada ou aplicada corretamente.

A talhadeira deve estar bem afiada e inclinada  $45^\circ$  em relação ao prumo da parede (Fig. 1.14a). O que ocorre, geralmente, é a aplicação da talhadeira quase que perpen-

dicular (Fig. 1.14b). A marcação deve ser sempre feita antes de se abrir os rasgos e seguindo sempre o projeto, considerando a estética, economia de material e as recomendações do Código de Instalações Elétricas.

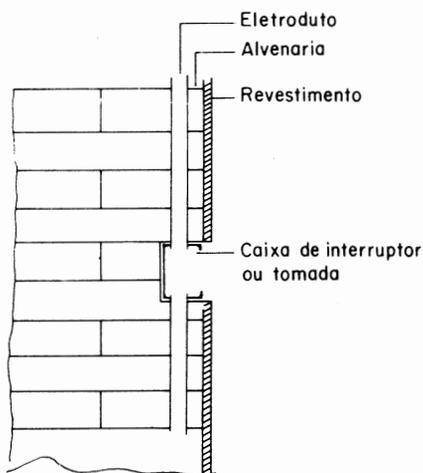


Figura 1.12

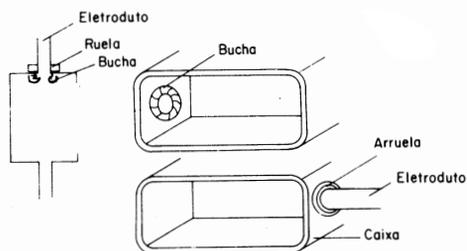


Figura 1.13

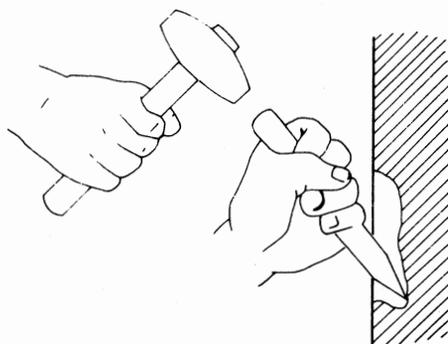


Figura 1.14a

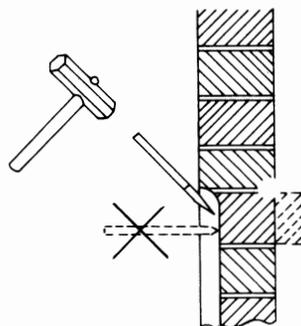


Figura 1.14b

## FIAÇÃO

O material condutor que se constitui dos fios e cabos, isolados ou não, são apresentados em fios simples ou de vários fios, constituindo um condutor. Com um fio o condutor é denominado fio rígido (Fig. 1.15a), e com vários fios é denominado cabo (Fig. 1.15b), podendo ser de cobre, que é o mais comum ou alumínio, empregado nas redes.

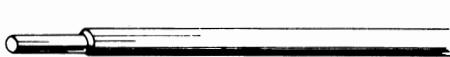


Figura 1.15a

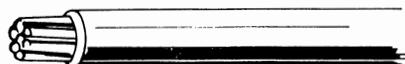


Figura 1.15b

O cabo pode ser singelo (simples) ou múltiplo, isto é, formado de diversos condutores (Fig. 1.16).

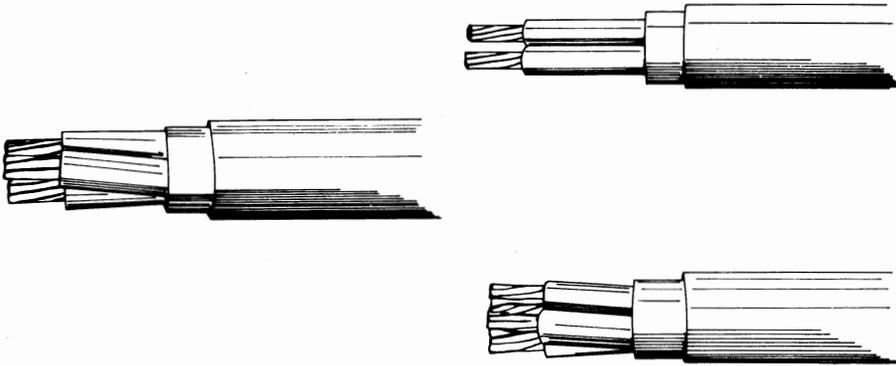


Figura 1.16

Os condutores feitos de cobre podem ser: *Cobre duro* – tem alta resistência à tração, sem importar com a flexibilidade, muito empregado em linhas de transmissão de tração elétrica (trens, ônibus elétrico, metrô, etc). *Cobre semi-duro* – possui certa flexibilidade; muito usado nas linhas de distribuição urbana de energia elétrica. *Cobre mole ou recosido* – boa flexibilidade; uso geral para instalações elétricas residenciais e industriais e cordões para eletrodomésticos.

Na instalação normal de uma casa, os condutores podem ser divididos em trechos, cada um com uma bitola de fio (Fig. 1.17):

- a) Ramal de entrada
- b) Ramal de distribuição
- c) Circuito do aparelho

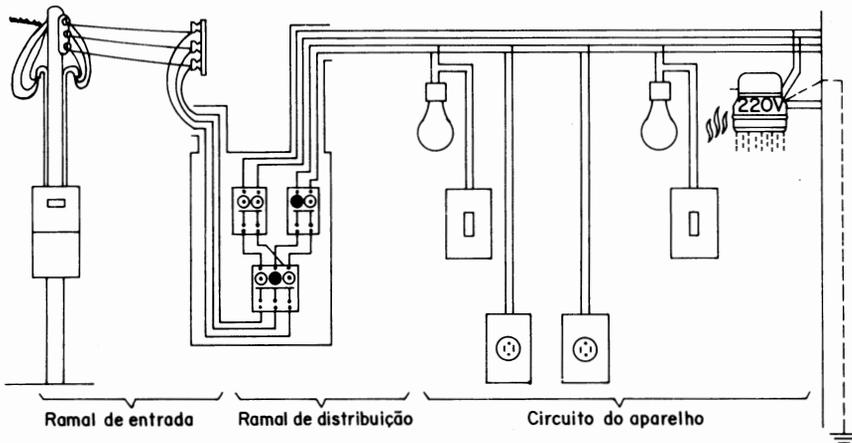


Figura 1.17

Antes de qualquer enfição embutida, toda a tubulação deverá ser limpa e seca, e desobstruída de qualquer corpo estranho no seu interior que possa prejudicar a passagem dos fios. Para facilitar a enfição, os condutores deverão ser lubrificados com talco ou parafina, não sendo aconselhável empregar outros lubrificantes como sabão, etc.

A enfição deverá ser executada antes da pintura, ou seja, após o revestimento completo das paredes, tetos e pisos. Todas as emendas dos condutores serão feitas nas caixas, não sendo permitidas, em nenhuma hipótese, emendas dentro dos eletrodutos.

Para condutores de bitola 8,36mm e maiores, as emendas serão feitas através de conectores de pressão, sem soldas. A enfição, após concluída, deverá apresentar uma resistência de isolamento mínimo de 100 megaohms entre condutores e entre estes e a terra.

Nenhuma tubulação (eletroduto) deverá conter mais que 6 fios em média.

## ROLDANAS

**Enfição aberta em clites ou em roldanas:** clites-isoladores, prensa-fios ou clites são peças em porcelana ou plásticos utilizados em instalações de linha aberta (fora dos eletrodutos) onde os condutores ficam a vista. Existem dois tipos de clites: para três fios e para dois fios (Fig. 1.18).

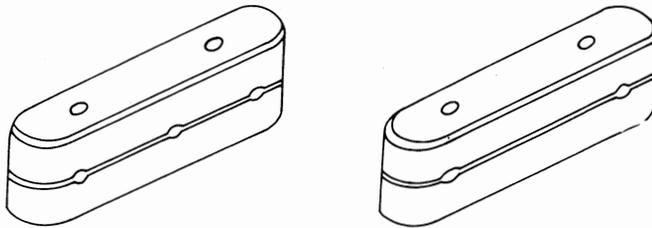


Figura 1.18

Nas instalações em linhas abertas com clites, devem-se observar os seguintes cuidados ou recomendações:

- 1) altura mínima 3m do piso, excetuando-se o caso em que a linha seja fixada diretamente ao forro do compartimento, com pé direito de no mínimo 2,50m.
- 2) Nas instalações sobre paredes ou quaisquer outras superfícies, os condutores devem manter permanentemente os seguintes afastamentos mínimos:

	Condutores entre si	Entre condutor e superfície ou objetos estranhos
até 300 volts	60 mm	12 mm
de 300 a 600 volts	100 mm	25 mm

- 3) A maior distância permissível entre clites é de 1,50m (Fig. 1.19).

4) As emendas dos condutores, tanto em prolongamento quanto em derivação, devem ter afastamento entre clites de mais ou menos 10 cm (Fig. 1.20).

5) Nas ligações aos aparelhos e dispositivos, deve-se amarrar os fios para não forçar o borne de ligação (Fig. 1.21).

6) Nas curvas, os clites devem estar afastados aproximadamente 10 cm (Fig. .22).

7) Quando a linha é esticada e presa no madeiramento do telhado, os condutores junto às clites, devem ser enrolados em espiras, para evitar que o condutor se rompa com o movimento da estrutura do telhado (Fig. 1.23).

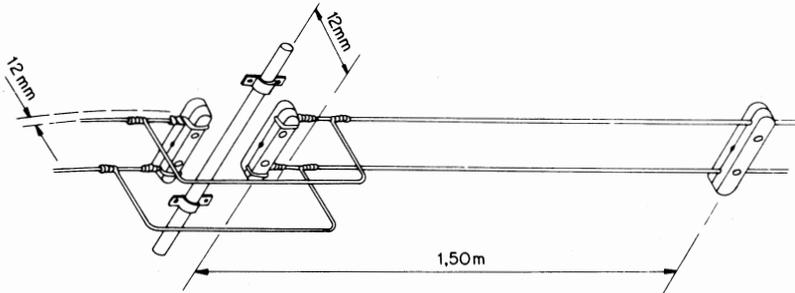


Figura 1.19

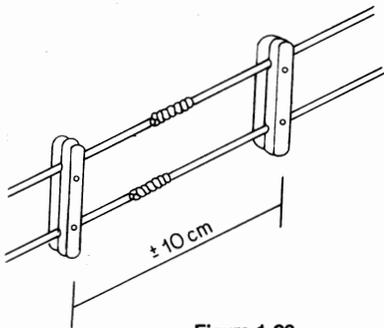


Figura 1.20

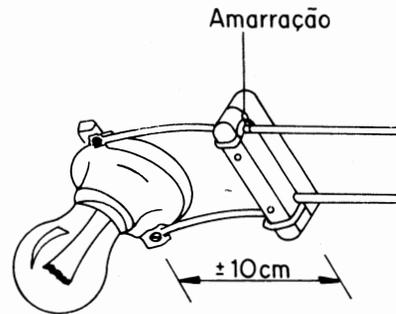


Figura 1.21

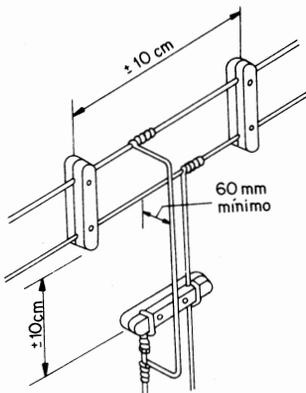


Figura 1.22

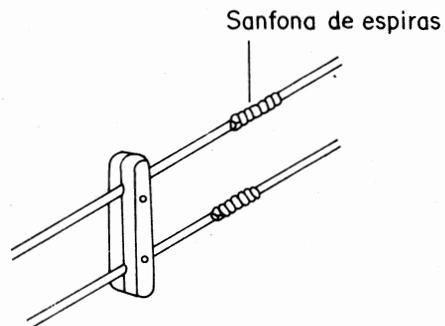


Figura 1.23

**Roldana** – peça de porcelana de forma cilíndrica com uma reentrância para alojar o condutor e furo central para o parafuso de fixação. Sua utilização é limitada para tensões até 600 volts (Fig. 1.24). As recomendações são as mesmas feitas para as instalações em clites.

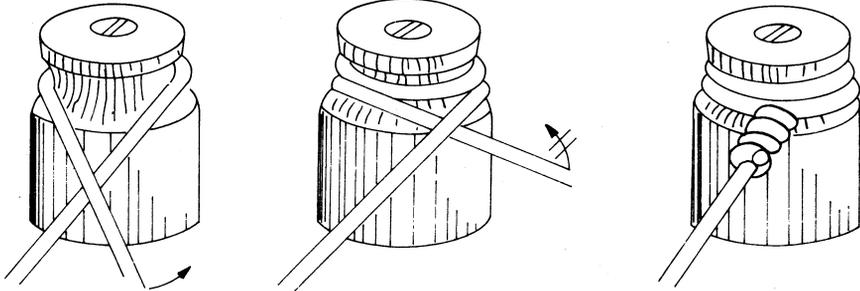


Figura 1.24

1) Enlace com o condutor, o gorne (reentrância) da roldana, deixando no extremo um comprimento livre de aproximadamente 6 vezes o diâmetro do gorne.

2) Enlace novamente o gorne da roldana com o extremo livre e passe-o por baixo do condutor.

3) Enrole uma das 6 espirais do extremo livre no condutor; aperte ligeiramente as espirais, com alicate.

## EMENDAS E ISOLAÇÃO DE CONDUTORES

### Como fazer emendas e isolação de condutores:

**Em derivação** – esta operação consiste em unir o extremo de um condutor (ramal) numa região intermediária qualquer do outro condutor (rede) para tomar uma alimentação elétrica. Emprega-se em todos os tipos de instalações, com condutores de até 10 AWG, ou 5,26 mm (Figs. 1.25 até 1.32).

**Emendas em derivação:** unir o extremo de um condutor (ramal) numa região intermediária do outro (rede).

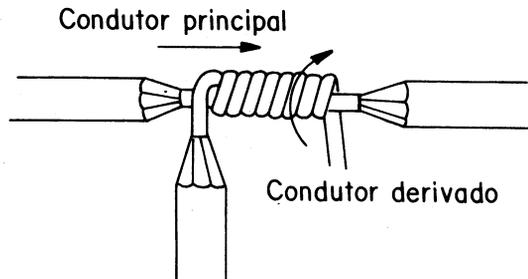


Figura 1.25

*Processo de execução**1º passo – Desencape os condutores*

a) Desencape o extremo do condutor derivado, num comprimento aproximado de 50 vezes seu diâmetro.

b) Desencape o outro condutor, na região onde se efetuará a emenda, num comprimento aproximado de 10 vezes o seu diâmetro.

*Observação:* o canivete não deve atingir o condutor.

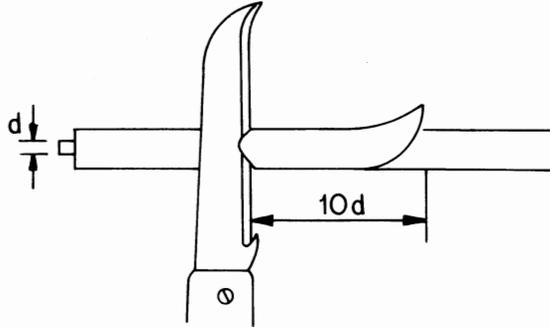


Figura 1.26

*2º passo – Limpe os condutores nas regiões descapadas, usando as costas do canivete e depois lixe-as.*

*Observação:* quando o condutor for estanhado, não deve ser raspado e nem lixado.



Figura 1.27

*3º passo – Enrole o extremo do condutor derivado sobre o principal.*

a) Cruze o condutor a 90º com o principal e segure-os com o alicate universal.

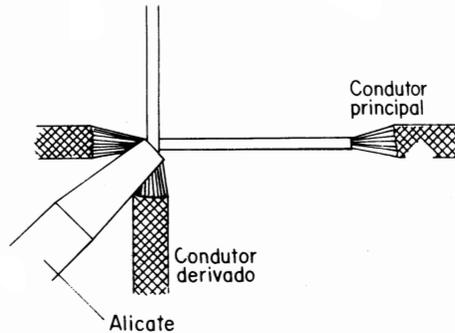


Figura 1.28

b) Enrole à mão o condutor derivado sobre o principal, (Fig. 1.29) mantendo as espirais uma ao lado da outra, e no mínimo de 6 espirais. (Fig. 1.30).

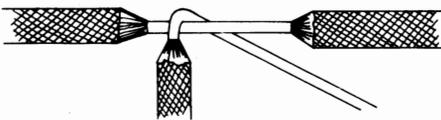


Figura 1.29



Figura 1.30

c) Aperte com outro alicate as espirais e arremate a última.

*Observação:* as espirais não devem ficar sobre o isolante do condutor.

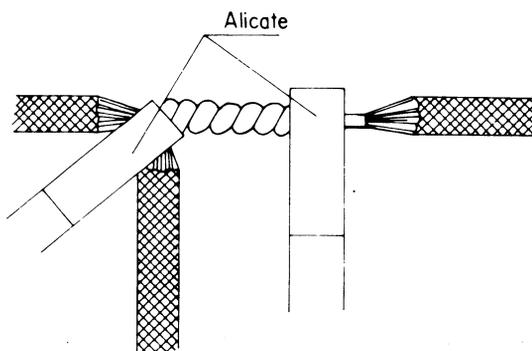


Figura 1.31

*Em prolongamento* – consiste em unir fios condutores, podendo ser utilizado em todos os tipos de instalações de linha aberta com condutores de até 10 AWG, ou seja, 5,26mm (Figs. 1.32 a 1.43).

*Emendas em prolongamento:* unir fios condutores para prolongar linhas



Figura 1.32

### Processo de execução

Caso 1 – Emenda em linha aberta

1º passo – *Desencape os condutores.*

a) Marque com um canivete, sobre o extremo a emendar, uma distância aproximadamente de 50 vezes o diâmetro (d) desse condutor. (Fig. 1.33).

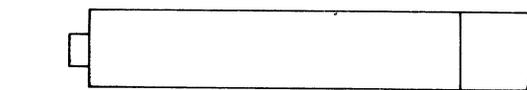
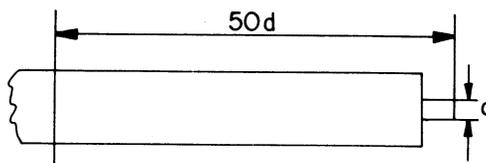


Figura 1.33

b) Desencape as pontas a partir das marcas até retirar toda a capa isolante (Fig. 1.34).

*Observação:* use o canivete de forma inclinada para não danificar o condutor.

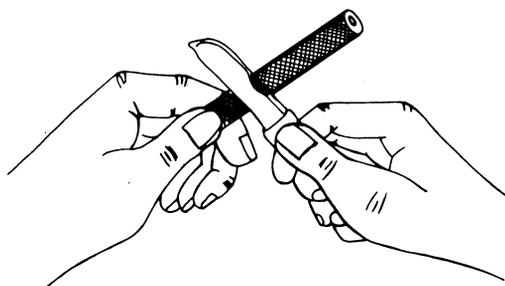


Figura 1.34

2º passo – Lixe o condutor até que o metal fique brilhante. (Fig. 1.35).

Observação: quando o condutor for estanhado não deve ser lixado.

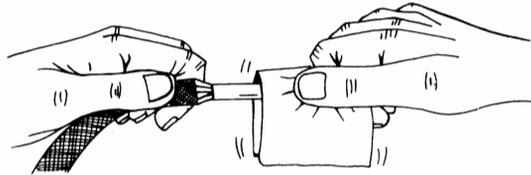


Figura 1.35

3º passo – Efetue a emenda

a) Cruze as pontas (Fig. 1.36)

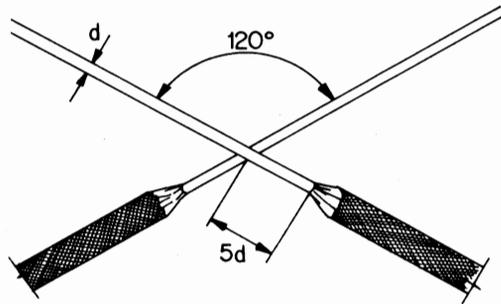


Figura 1.36

b) Inicie o enrolamento das primeiras espiras com os dedos (Fig. 1.37) e prossiga com o alicate (Fig. 1.38).



Figura 1.37

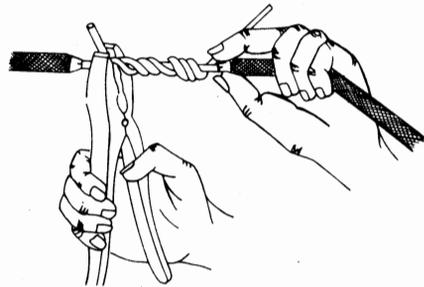


Figura 1.38

c) Dê o aperto final com dois alicates. (Fig. 1.39)

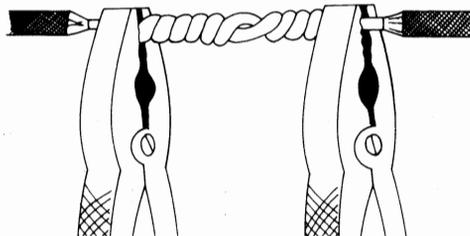


Figura 1.39

**Emendar condutores em prolongamento dentro de caixas de ligação**

1º passo – *Desencape os condutores*

a) Marque em cada um dos condutores, a partir das extremidades, uma distância aproximadamente de 50 vezes o diâmetro do condutor.

b) Desencape as pontas a partir das marcas até retirar toda a capa isolante.

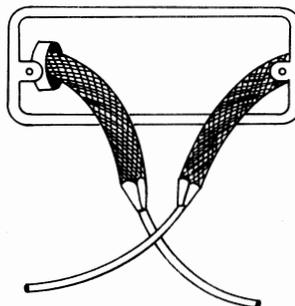


Figura 1.40

2º passo – *Lixe os condutores até que o metal fique brilhante.*

*Observação:* quando o condutor for estanhado, não deve ser lixado.



Figura 1.41

3º passo – *Disponha os fios*

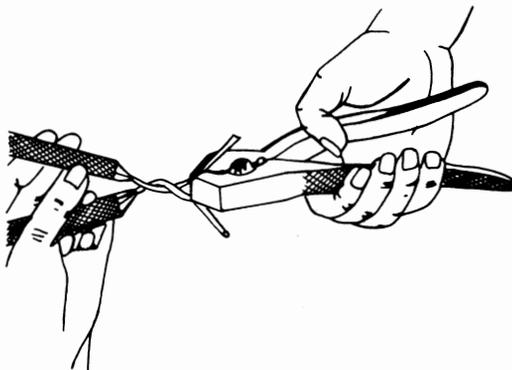


Figura 1.42

4º passo – *Efetue a emenda.*

a) Inicie a emenda torcendo os condutores com os dedos.

b) Dê o aperto final com o alicate.

c) Faça o travamento da emenda.

*Nota:* este tipo de emenda é denominado de “rabo de rato”.

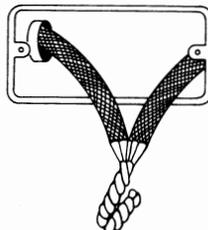


Figura 1.43

## FUGA OU VAZAMENTO DE ENERGIA

A instalação elétrica pode apresentar fuga ou vazamento de energia, como ocorre durante o vazamento de água de uma torneira defeituosa. É fácil verificar a existência desse defeito. Basta fazer o seguinte: 1º) desligue todos os interruptores. 2º) deixe todos os aparelhos ligados nas tomadas, mas com os botões desligados. 3º) aguarde uns 10 minutos. 4º) verifique se o disco do medidor (relógio) está girando. **Obs.:** Não desligue as chaves de fusíveis. Verifique se realmente não há algum aparelho ligado. 5º) se o disco do medidor continuar girando é porque existe vazamento ou fuga de energia.

*Passo seguinte:* desligue da tomada aparelho por aparelho e verifique se o medidor continua girando a cada aparelho desligado, até encontrar aquele com defeito, podendo, em alguns casos, encontrar mais de um. Caso todos os aparelhos estejam desligados das tomadas e o medidor continuar girando, o defeito, então, é da instalação que tem emendas e isolamentos mal feitos, fios descasçados etc. Nesse caso, fazer revisão geral na instalação.

**Equilíbrio da potência por circuito** – a potência elétrica em cada circuito é a soma das potências indicadas nas lâmpadas e nos aparelhos elétricos ligados a esse circuito.

Quando o circuito está mal dimensionado ou utilizado inadequadamente, isto é, sobrecarregando uma tomada com “benjamins” ligados a vários aparelhos elétricos etc., poderá causar defeitos, como queima constante de fusíveis, aquecimento excessivo dos condutores, ou o não funcionamento perfeito dos aparelhos. Para detectar esse desequilíbrio, fazer o seguinte: ligar todos os aparelhos nos locais onde normalmente são utilizados, desligar uma das chaves-fusíveis de distribuição de um circuito e, em seguida, verificar quais os aparelhos que estão funcionando e quais os que não estão, encontrando assim uma lista como a do exemplo da Fig. 1.44. Repetir a mesma operação para a chave-fusível de distribuição do circuito seguinte e anotar na lista.

### 2. Potência por circuito

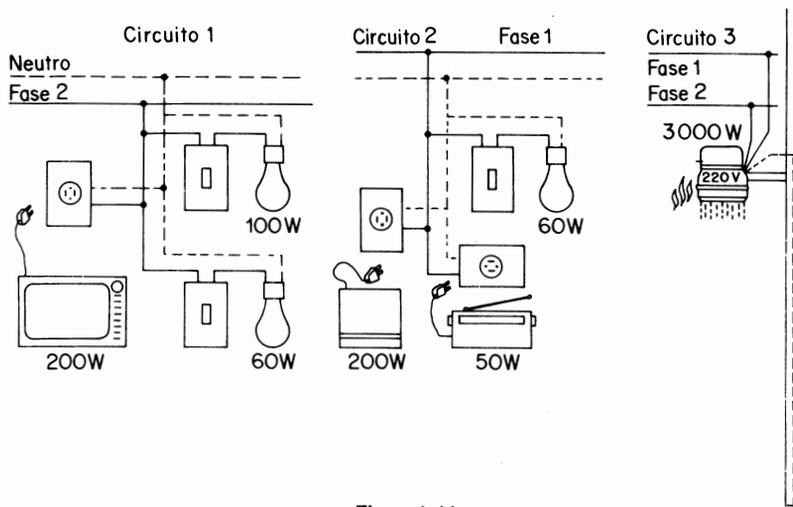


Figura 1.44

Circuito 1 (110V)		Circuito 2 (110V)	
1 Lâmpada	100W	1 Lâmpada	60W
1 Lâmpada	60W	1 Geladeira	200W
1 Televisão	200W	1 Rádio	50W
<b>Total</b>	<b>360W</b>	<b>Total</b>	<b>310W</b>

Circuito 3 (220V)	
1 Chuveiro	3.000W

Aparelhos que funcionam		Aparelhos que não funcionam	
1 Televisor	200W	1 Geladeira	200W
1 Rádio	50W	1 Ferro elétrico	500W
1 Lâmpada	60W	1 Eletrola	120W
		1 Liquidificador	200W
		1 Ventilador	100W
		5 Lâmpadas - 100W	500W
<b>Total</b>	<b>310W</b>	<b>Total</b>	<b>1.620W</b>

Percorridos todos os circuitos, podemos cotejar o consumo de potência de cada circuito e verificamos qual o mais sobrecarregado e o menos carregado; procure corrigir esses circuitos transferindo alguns aparelhos do circuito mais carregado para o menos carregado.

## PÁRA-RAIOS

A execução da instalação de pára-raios deverá ser precedida de projeto, contendo todos os elementos necessários a um completo entendimento, utilizando-se convenções gráficas normalizadas. Do projeto deverão constar os captores, as descidas, a localização dos eletrodos de terra, todas as ligações efetuadas, as características dos materiais a empregar, bem como as áreas de proteção estabelecidas em plano vertical e horizontal. O campo de proteção oferecido por uma haste vertical é aquele abrangido por um cone, tendo por vértice o ponto mais alto do pára-raio e cuja geratriz forneça um ângulo de 60° com eixo vertical. Nenhum ponto das edificações a serem protegidas poderá ficar fora do campo de proteção.

Os mastros, quando projetados ao lado de edificações, deverão manter-se afastados de qualquer ponto delas, pelo menos 1/4 da altura máxima dessas edificações. Essa distância não poderá ser menor que 2 metros.

O campo de proteção oferecido por um fio captor é aquele abrangido por um prisma, cuja aresta superior é o fio e cujas faces adjacentes formam como plano vertical ângulos de 60°. Nas extremidades do fio, o campo de proteção é oferecido por semi-cones, de acordo com o definido anteriormente. O fio condutor inclinado, formando com a horizontal ângulo igual ou superior a 30°, não será considerado captor. Essa função será a de sua extremidade mais elevada. Quando uma edificação necessitar a instalação de 2 ou mais captores no seu dimensionamento, pode-se considerar ação recíproca, ou seja, a interação.

No caso da existência de mais de 2 captores, a determinação da interação deverá ser feita, tomando-se 2 a 2 todos os captores e obedecendo as normas da ABNT - 165. Toda a instalação de pára-raios será constituída de captores, de descidas e de eletrodos de terra.

Na execução da instalação de pára-raios, além dos pontos mais elevados das edificações, devem ser consideradas, também, a distribuição das massas metálicas, tanto

exteriores como interiores, bem como as condições do solo e do sub-solo. As interligações entre as massas metálicas e os pára-raios devem ser tão curtas quanto possível. Não havendo interligações entre a instalação do pára-raios e as massas metálicas da edificação, qualquer ponto da instalação deverá estar afastada pelo menos 2 metros das massas metálicas, interiores ou exteriores do edifício, quer estas estejam ou não interligadas.

As edificações que possuem consideráveis massas metálicas, terão seus pontos mais baixos ligados à terra. Estendendo-se as massas metálicas até o telhado ou ultrapassando-o, ligar-se-ão estes pontos mais elevados entre si e à instalação de pára-raios mais próxima.

Não é permitida a presença de materiais inflamáveis nas imediações das instalações de pára-raios.

As armaduras das construções de concreto e canalizações embutidas independem de ligações às instalações de pára-raios. Edificações com área coberta superior a 200m<sup>2</sup>, perímetro superior a 50m ou altura superior a 20m, deverão ter, pelo menos, duas descidas.

Para o cálculo do número mínimo de descidas, devem ser observadas as seguintes exigências, de acordo com a NB-165: uma descida para os primeiros 200m<sup>2</sup> de área coberta e mais uma descida para todo o aumento de 300m<sup>2</sup> ou fração. O número de descidas pode ser obtido pela fórmula:

$$N = \frac{A + 100}{300}$$

sendo N = número de descidas

A = área coberta da edificação em metros quadrados

Será uma descida para os primeiros 20m de altura e mais uma descida para todo o aumento de 20m ou fração. O número de descidas pode ser obtido pela fórmula:

$$N = \frac{h}{20},$$

sendo N = número de descidas e

h = altura da edificação em metros.

Uma descida para os primeiros 50m de perímetro e mais uma descida para todo o aumento de 60m ou fração. O número de descidas pode ser obtido pela fórmula:

$$N = \frac{P + 10}{60}$$

sendo N = número de descidas e

P = perímetro das edificações, em metros.

Resultando N um número fracionário, este deverá ser arredondado para o número inteiro imediatamente superior; dentre os três valores de N calculados, prevalecerá sempre o maior. Se, no cálculo do número de descidas, resultar uma distribuição tal que a distância entre elas, considerado o perímetro da edificação, seja menor de 15m, será permitida a redução daquelas descidas (até o mínimo de duas), de forma a se distanciarem no máximo de 15m.

Em edificações de estrutura metálica, havendo perfeita continuidade elétrica, poderá ser dispensada a descida, desde que o captor esteja ligado ao ponto mais próximo da

estrutura e esta ligada à terra. Nas edificações com cobertura ou revestimento de metal, as instalações de pára-raios deverão obedecer às mesmas normas que as indicadas para edificações construídas com materiais não-condutores. A fim de evitar o acúmulo de eletricidade estática, essas partes metálicas deverão ser ligadas aos eletrodos de terra. Nas instalações de pára-raios, levar-se-á em conta a existência de árvores nas proximidades.

Para evitar descargas laterais, os captores e as descidas deverão manter-se afastadas das árvores pelo menos 2 metros.

As descidas a partir do captor nunca deverão ser dirigidas em linha montante, nem formar cotovelos com ângulo interno inferior a 90°: o raio das curvas deve ser no mínimo de 20m. As descidas deverão ser protegidas até 2m de altura, a partir do solo, por tubos ou moldes de materiais não-condutores de eletricidade. Caso sejam empregados tubos metálicos, estes não deverão ser de material magnético.

Qualquer que seja o número de descidas, cada uma deve ter seu próprio eletrodo de terra e, sempre que possível, interligados entre si no solo. É obrigatória a interligação dos eletrodos de terra quando se tratar de captores isolados. O dimensionamento dos diversos órgãos que constituem o conjunto de pára-raios e seus acessórios são:

#### *Condutores de cobre*

a) nas descidas poderão ser empregados cordoalhas, fios, cabos ou fitas, desde que a secção transversal não seja inferior a 30mm<sup>2</sup>. As cordoalhas não poderão ter mais de 19 fios elementares, e as fitas não poderão ter espessura inferior a 2mm.

b) nas interligações entre captores, em descidas e massas metálicas e entre eletrodos de terra, deverão ser usados condutores com secção mínima de 13mm<sup>2</sup>.

#### *Condutores de alumínio*

a) em descidas deverá ser usado exclusivamente cabo, cuja secção transversal não seja inferior a 65 mm<sup>2</sup>; este não poderá ter mais que 19 fios elementares.

b) nas interligações entre captores, descidas e massas metálicas, poderão ser empregadas fitas ou fios. Deverão ser utilizados condutores com secção mínima de 21mm<sup>2</sup>. Quando usadas ligas metálicas, estas deverão ser devidamente dimensionadas para cada tipo.

Terminais aéreos podem ser constituídos de uma só peça ou compostos de hastes e captor. Os captores de ponta devem ser maciços e ter comprimentos e diâmetros mínimos de 250mm e 13mm, respectivamente; devem ser pontiagudos, e atarraxados às hastes por meio de luvas rosqueadas.

As hastes, qualquer que seja o material ou forma, deverão ter, pelo menos, a resistência mecânica equivalente a de um tubo de aço zincado, com diâmetro nominal interno de 20mm e de paredes com espessura de 2,65mm.

A ligação das descidas aos terminais aéreos, deve ser executada por meio de condutores de pressão ou juntas amolgáveis que assegurem uma sólida ligação mecano-elétrica.

É vedado o uso de emendas nas descidas, excetuando-se a conexão. A conexão de medição deve estar localizada o mais próximo do conjunto de eletrodos da terra e em local acessível.

Os suportes devem ser firmemente fixadas às edificações. Os condutores instalados, acompanhando a superfície da edificação, devem ser mantidos com afastamento de, pelo menos, 20m. Os suportes serão distanciados entre si de 2m no mínimo. Os suportes podem ser de dois tipos: a) suporte de fixação. b) suporte de guia.

O suporte de fixação deve ser do mesmo material do condutor, ou de outro material que não forme par eletrolítico. A instalação desse suporte deve ser executado de modo a evitar esforços do condutor sobre a conexão com o captor.

O suporte-guia deve ter forma e acabamento tais que protejam o condutor contra oscilação e desgaste. No suporte, cujo material forme par eletrolítico com o condutor, deve haver separação entre ambos com material isolante e resistente à ação do tempo.

O eletrodo de terra depende da característica do solo: a resistência da terra não deve ser superior a 10 ohms, em qualquer época do ano – medida por aparelhos e métodos adequados. Os eletrodos de terra devem estar de acordo com a seguinte tabela:

Forma	Material	Dimensões mínimas	Posição	Profundidade mínima
Chapas	Cobre	2mm x 0,25m <sup>2</sup>	Horizontal	0,60m
Tubos	Cobre	25mm (int.) x 2,40m	Vertical	Ver nota
	"Copperwerd"	13mm (int.) x 2,40m	Vertical	
Fitas	Cobre	25mm x 2mm x 10m	Horizontal	0,60m
Cabos e cordoalhas	Cobre	53,48mm <sup>2</sup> (nº 1/0) até 19 fios	Horizontal	0,60m

*Nota:* o enterramento deve ser total, e feito por percussão. A distância mínima entre os eletrodos de terra deve ser de 3m.

As fitas, quando dipostas radialmente, devem formar ângulo no mínimo de 60°.

Os eletrodos e os condutores, devem ficar afastados das fundações no mínimo 50cm. Os eletrodos de terra devem, de preferência, ser localizados em solos úmidos. Em solo seco, arenoso, calcáreo ou de rochas, onde houver dificuldade de conseguir-se o mínimo da resistência ôhmica, será necessária uma compensação por meio de maior distribuição de eletrodos ou ela ser feita em disposição radial, todos eletrodos interligados radialmente por meio de condutores que circundem a edificação, formando uma rede.

Não é permitida a colocação de eletrodos de terra nas seguintes condições:

- sob revestimentos asfálticos;
- sob concreto;
- sob argamassas em geral;
- em poços de abastecimento de água;
- em fossas sépticas.

As instalações de pára-raios somente deverão ser controlados por pessoal qualificado, e particularmente nas seguintes ocasiões:

- na entrega pelo profissional habilitado.
- periodicamente, de dois em dois anos, e especialmente, de seis em seis meses, em torres e chaminés, reservatórios elevados, etc.
- após as instalações terem recebido descargas elétricas atmosféricas.

Na ocasião do controle periódico, deverão ser examinados:

- sinais de deterioração ou corrosão nos captores, em descidas, conexões e suportes.
- sinais de corrosão nos eletrodos de terra.
- continuidade elétrica.
- a resistência ôhmica entre os eletrodos e a terra, separadamente e no seu conjunto, desde que haja mais de um eletrodo.

# Do mesmo autor: O EDIFÍCIO ATÉ SUA COBERTURA

## CONTEÚDO

### *Capítulo 1. INTRODUÇÃO*

Estudo preliminares – Anteprojeto – Projeto.

### *Capítulo 2. CANTEIRO DE OBRAS*

Terraplanagem – Canteiro de obras – Ligação de água – Ligação elétrica – Distribuição de áreas para materiais não perecíveis – Construções – Locação de obras.

### *Capítulo 3. FUNDAÇÕES*

Fundações diretas – Sapata corrida ou contínua, simples – Sapata corrida ou contínua, armada – Radier – Sapata isolada – Fundações indiretas ou profundas – Estacas – estacas moldadas “in loco” – Tubulões.

### *Capítulo 4. CONCRETO ARMADO*

Qualidades dos materiais – Dosagem – Tensões mínimas – Consistência – Amassamento – Transporte – Lançamento – Adensamento do concreto – Cura – Armadura para concreto – Fôrmas de madeira para estruturas de concreto armado de edifícios comuns – Descrição – Utilização.

### *Capítulo 5. ALVENARIA*

Tijolos de barro cozido – Blocos vazados de concreto simples – Concreto celular – Tijolo de vidro.

### *Capítulo 6. TELHADO*

Sambladuras – Tesoura – Cobertura.

[www.blucher.com.br](http://www.blucher.com.br)

ISBN-10 85-212-0042-0

ISBN-13 978-85-212-0042-0



9 788521 200420

**Blucher**



Clique aqui e:

[VEJA NA LOJA](#)

## O edifício e seu acabamento

---

Hélio Alves de Azeredo

ISBN: 9788521200420

Páginas: 192

Formato: 16 x 23 cm

Ano de Publicação: 1987

---