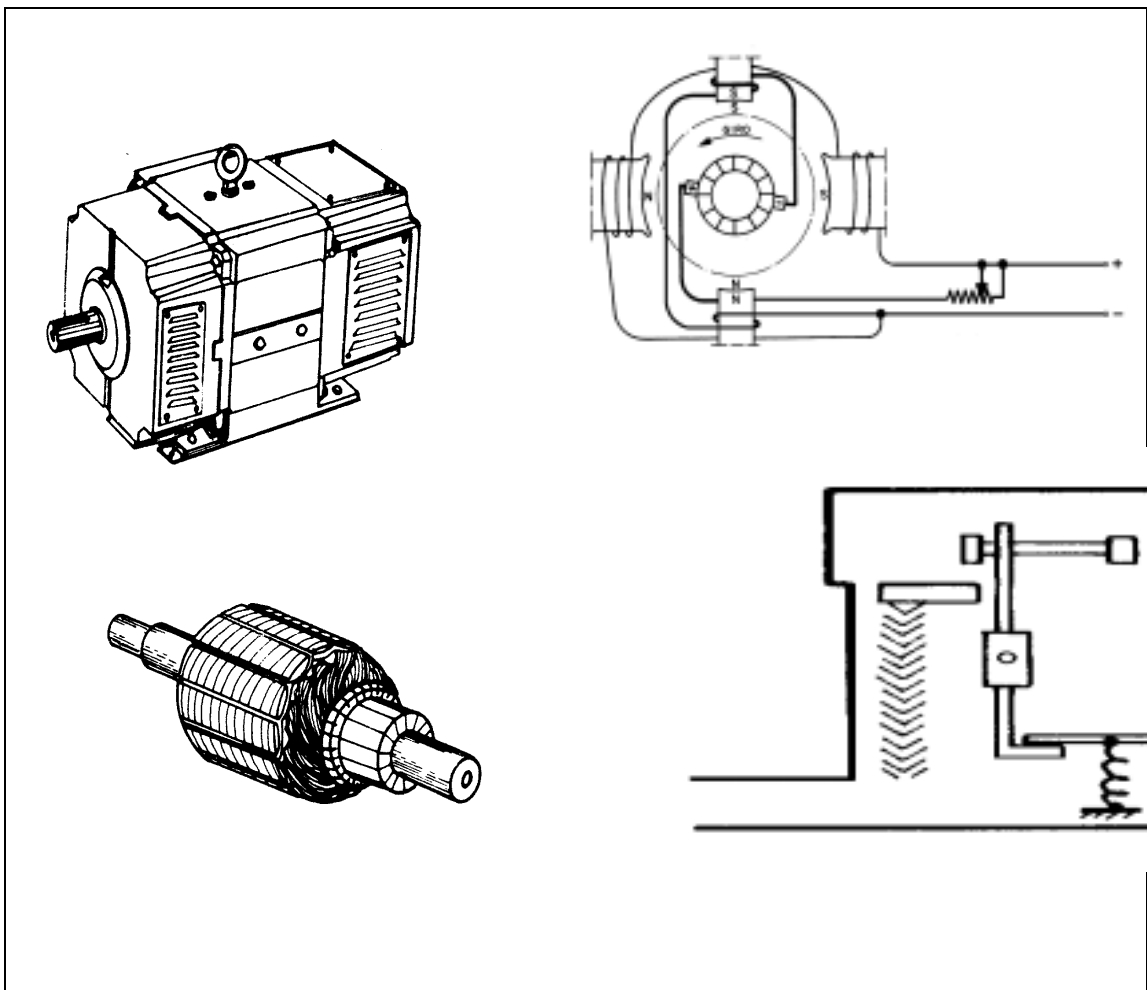


CPM - Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção

Elétrica

Materiais e Equipamentos em Sistemas de Baixa Tensão - II



Materiais e Equipamentos em Sistemas de Baixa Tensão - II - Elétrica

© SENAI - ES, 1996

Trabalho realizado em parceria SENAI / CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão)

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
DAE - Divisão de Assistência às Empresas
Departamento Regional do Espírito Santo
Av. Nossa Senhora da Penha, 2053 - Vitória - ES.
CEP 29045-401 - Caixa Postal 683
Telefone: (027) 325-0255
Telefax: (027) 227-9017

CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão
AHD - Divisão de Desenvolvimento de Recursos Humanos
AV. Brigadeiro Eduardo Gomes, s/n, Jardim Limoeiro - Serra - ES.
CEP 29160-972
Telefone: (027) 348-1322
Telefax: (027) 348-1077

Sumário

Acumuladores	03
• Célula primária	03
• Célula secundária	04
• Constituição	09
• Características	10
• Condições de uso	11
• Manutenção	11
• Representação	11
Comparação entre Baterias Alcalinas e Chumbo-Ácidas	12
• Armazenagem	12
• Auto Descarga	12
• Altas Temperaturas	12
• Desprendimento de Gases	13
• Perda de Capacidade com a Diminuição da Temperatura	13
• Vida Útil, Quando Utilizadas em Flutuação	14
• Instalação	14
• Final de Vida	14
• Manutenção	15
• Ambiente	17
• Confiabilidade	17
• Instrumentos de Controle da Bateria de Acumuladores	17
Carregadores de Bateria	20
• Introdução	20
• Os tipos de carregadores mais usados	21
• Condições de Uso	22
• Conservação	22
• Regimes de Carga e Baterias	22
• Temperatura Limite de Carga	23

• Gráficos de Carga e Descarga.....	24
• Colocar Bateria de Acumuladores em Carga.....	24
Iluminação Pública	27
• Projetos	27
• Iluminação de Vias Urbanas	29
• Informações Diversas	33
• Conexões à Rede Aérea.....	34
Condutores Elétricos	43
• Considerações Básicas.....	43
• Seções Mínimas dos Condutores.....	45
• Tipos de Condutores.....	46
Conduitos.....	53
• Eletrodutos.....	54
• Eletrodutos metálicos rígidos	55
• Acessórios dos eletrodutos metálicos	56
• Eletrodutos metálicos flexíveis	58
• Instalação em Dutos	59
• Instalação em calhas e canaletas	59
• Bandejas.....	65
• Molduras, Rodapés e Alizares	70
• Espaços de construção e poços para passagem de cabos.....	73
• Instalações sobre isoladores.....	73
• Instalações em linhas aéreas.....	75
• Instalações enterradas.....	76
• Caixas de derivação de embutir.....	78
• Caixas de distribuição aparentes (Condulets)	81

Acumuladores

Uma fonte de eletricidade de uso comum é a ação química que tem lugar nas pilhas e baterias.

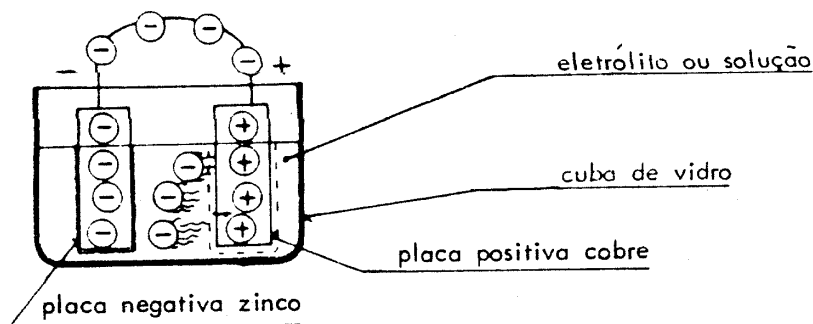
As baterias são usadas com frequência em situações de emergência e como fonte portátil de eletricidade.

Célula primária

A célula primária se compõe de uma cuba, duas placas metálicas diferentes e um líquido chamado eletrólito de solução.

O eletrólito empurra os elétrons de uma placa para outra. Esta ação resulta em um excesso de elétrons ou carga negativa em uma das placas de modo que um fio ligado a esta placa recebe o nome de terminal negativo. A outra placa perde elétrons e assim fica carregada positivamente e se for ligado um fio a ela, receberá o nome de terminal positivo.

A placa negativa será de zinco e a positiva de cobre.



Com os terminais desligados os elétrons são empurrados para a placa negativa até que não haja mais espaço para eles, aí então diremos que a placa está com a sua carga máxima.

Ligando-se um fio entre as placas, conforme pode-se observar na figura anterior, os elétrons deixam o polo negativo e caminhando através do referido fio vão ter ao polo positivo, o

qual está com falta de elétrons. Imediatamente o eletrólito transportará novamente, elétrons para a placa negativa.

Enquanto o eletrólito estiver transportando os elétrons, observaremos que a placa negativa vai se consumindo, isto devido à ação química. Na placa positiva haverá um desprendimento de bolhas de gás.

Chegará um ponto em que a placa negativa se dissolverá completamente no eletrólito pela ação química e então a célula estará morta.

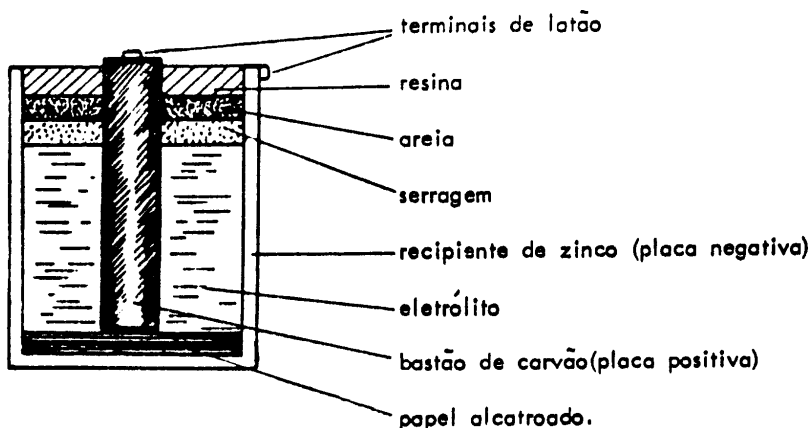
A pilha seca se compõe de um recipiente de zinco, que é, ao mesmo tempo, a placa negativa e de um bastão de carbono servindo como placa positiva suspensa no centro do recipiente e finalmente uma solução pastosa de cloreto de amônio constituindo o eletrólito.

No fundo do recipiente há um disco de papel alcatroado, cuja finalidade é impedir que o bastão de carbono toque no zinco.

Na parte superior o recipiente contém camadas de serragem, areia e resina. Estas camadas mantêm o cilindro de carvão na posição correta e impedem vazamentos do eletrólito.

Quando uma pilha seca fornece eletricidade o recipiente de zinco e o eletrólito são gradualmente consumidos. Após o término do zinco e do eletrólito utilizáveis a pilha não mais fornece carga e tem de ser substituída. A pilha seca também chamada Leclanché tem muito pouco peso e é portátil além de outras propriedades que a tornam praticamente preferida às demais pilhas primárias.

Vista, em corte, de uma pilha seca ou Leclanché.



A f.e.m. (força eletromotriz) de uma pilha seca é de 1,5 a 1,6 volts quando novas caindo lentamente a medida que ela vai sendo usada.

Célula secundária

A célula secundária ou pilha secundária, conhecida também como acumulador se baseia nos mesmos princípios fundamentais da pilha diferindo da outra na maneira de serem restauradas.

As pilhas primárias uma vez descarregadas não podem ser mais usadas porém, as secundárias além de fornecerem uma quantidade de corrente maior, ainda podem ser recarregadas.

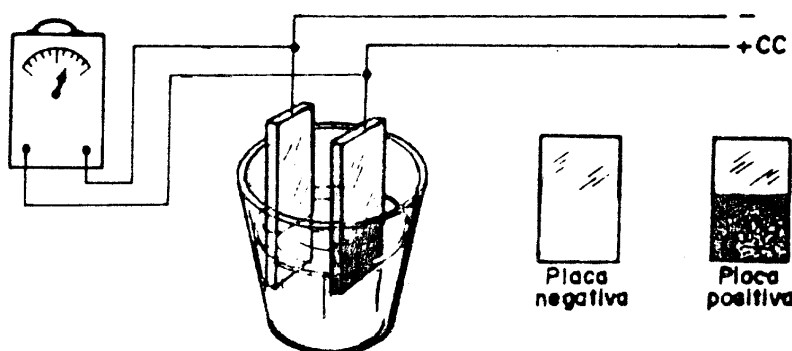
Há somente dois tipos de pilhas usadas comumente como acumuladores:

- chumbo - chumbo ácido
- níquel - ferro alcalino

Célula chumbo - chumbo ácido

O princípio em que se baseia o elemento de chumbo pode ser ilustrado pela seguinte experiência: duas tiras de chumbo são mergulhadas em um vaso contendo ácido sulfúrico diluído tendo um peso específico aproximadamente de 1.250.

Liga-se essas tiras a uma fonte de corrente contínua. Quando a corrente circula por esta pilha formam-se e escapam bolhas de gás em ambas as placas mas em uma das placas a formação de bolhas é muito maior que na outra. Depois de um curto período de tempo vê-se que a coloração de uma das placas mudou para "chocolate escuro", no aspecto, tornando-se chumbo poroso.



Enquanto a pilha estiver carregando a tensão vai até cerca de 2,5 volts, caindo para 2 volts quando se interrompe a corrente.

Na descarga a tensão cai lentamente até 1,75 volts, depois o decréscimo se torna mais rápido até vir a zero.

Quando se faz passar uma corrente na referida célula, o chumbo metálico da placa positiva é convertido em peróxido de chumbo enquanto que a placa negativa não sofre nenhuma alteração química mas modifica-se de chumbo sólido para chumbo esponjoso.

Quando o elemento é descarregado, o peróxido de chumbo da placa positiva transforma-se em sulfato de chumbo e o chumbo esponjoso da placa negativa também converte-se em sulfato de modo que ambas as placas tendem a igualar-se eletroquimicamente.

quando as duas placas são idênticas sob a forma de sulfato de chumbo entre as mesmas não há diferença de potencial.

Se as placas estiverem em condições diferentes, a positiva modificada para peróxido de chumbo e a negativa para chumbo esponjoso, uma f.e.m. existe entre elas.

As reações que tem lugar no acumulador de chumbo são:

Bateria Descarregada

(Placa +)	(Placa -)
$PbSO_4$	$PbSO_4 + 2H_2O$
Sulfato de chumbo	sulfato de chumbo mais água

que se decompõe em:

Bateria Carregada

(Placa +)	(Placa -)
PbO_2	$Pb + 2H_2SO_4$
Peróxido de chumbo	Chumbo + ácido sulfúrico

Observe-se que quando a bateria está sendo carregada a única modificação tem lugar no eletrólito com a formação de ácido sulfúrico.

Esta é a razão do aumento do peso, específico do eletrólito.

No momento que o acumulador está recebendo carga o hidrogênio é libertado na placa negativa e o oxigênio na placa positiva.

Manutenção das baterias

O acumulador de chumbo requer muitos cuidados para a sua conservação; quando bem tratado, tem grande durabilidade.

A solução deve ser preparada com ácido sulfúrico puro e água destilada, sendo uma parte de ácido para 3,5 de água, tendo-se o cuidado de adicionar lentamente o ácido na água, pois há grande desenvolvimento de calor na mistura.

As placas devem estar sempre cobertas pela solução e sempre que necessário completá-la com água destilada, pois devido ao aquecimento há sempre uma perda por evaporação.

A bateria deve sempre receber cargas lentas e freqüentes porque cargas rápidas e elevadas danificam as placas da mesma.

Elemento ferro - níquel - alcalino

“Acumulador Edison”

Este tipo de acumulador foi inventado por Edison em 1901 quando o amplo uso de baterias para o acionamento de carros, tratores, locomotivas, assim como para a iluminação de carros ferroviários de passageiros, reclamava um tipo leve e durável de acumulador.

A bateria de ferro-níquel é a única de uso comercial nos Estados Unidos.

Seu pouco peso e durabilidade se devem ao emprego de aço em sua construção, tanto nas placas como no invólucro.

A placa positiva é construída de um gradeado de aço-níquel, suportando também tubos de aço-níquel, nos quais se encontra o material ativo.

Quando introduzido nos tubos, este material ativo está sob a forma de um hidrato de níquel que se transforma em um óxido de níquel depois do tratamento de formação. Os tubos são perfurados para dar ao eletrólito facilidade de acesso até o material ativo.

A placa negativa, geralmente, é de construção similar à placa positiva com a diferença de que o material ativo usado é constituído por óxido de ferro finamente pulverizado e contido em bolsas perfuradas fabricadas de aço níquel em vez de serem em tubos.

Ligam-se em paralelo um certo número de placas para formar um grupo, dispondo mais uma placa no grupo negativo que no positivo

Intercalam-se então os dois grupos de placas, conjuntamente, separando-se as placas, uma das outras por meio de tiras de ebonite.

O recipiente é de aço laminado a frio, ondulado para dar-lhe maior resistência. É soldado nas juntas e depois níquelado com uma espessa camada de níquel como proteção contra oxidação. A tampa leva dois terminais e tem um orifício que serve ao mesmo tempo para encher o recipiente e dar saída aos gases.

O eletrólito utilizado se compõe de uma solução de 21% de potassa em água destilada à qual se adiciona uma pequena quantidade de óxido de lítio. Deste eletrólito não se desprendem gases corrosivos, de modo que não é necessário tomar nenhuma precaução para montar a unidade.

A finalidade de óxido de lítio é aumentar a duração e a capacidade do acumulador.

O tempo nominal para a carga deste tipo de acumulador é de 7 horas e 5 horas para a descarga com a mesma corrente sendo o seu rendimento de 82% aproximadamente.

A temperatura interna não deve exceder 45°C.

As vantagens do acumulador Edson consistem em ser ele mais leve e mais forte que o de chumbo, podendo permanecer carregado ou descarregado por tempo indefinido sem alterar-se. Não há desprendimento de gases ácidos, podendo ser colocado em salas onde haja máquinas sem perigo de corrosão.

Para se substituir o eletrólito, o acumulador deverá primeiramente ser descarregado por completo até a voltagem cair a zero deixando-o fechado em curto circuito durante duas horas ou mais.

Retira-se o eletrólito e imediatamente coloca-se o novo eletrólito. Deve-se manter o nível da solução completando-o, sempre que necessário, com água destilada para compensar a porção que se evapora com o tempo.

Quando se desejar guardar o acumulador Edson, fora de serviço, deve-se descarregá-lo até chegar a zero, depois fechar em curto circuito seus bornes e em seguida guardá-lo.

O acumulador Edson não se deteriora por congelação.

Um contraste notável pode-se observar entre ele e o acumulador de chumbo, pois este deve ser completamente carregado antes de ser armazenado ao passo que o acumulador Edson, deve ser completamente descarregado.

As principais desvantagens do acumulador Edson são: seu elevado custo, baixo rendimento e grande resistência interna.

Como o acumulador de chumbo é mais barato e ao mesmo tempo o seu rendimento é maior, ele é o mais usado.

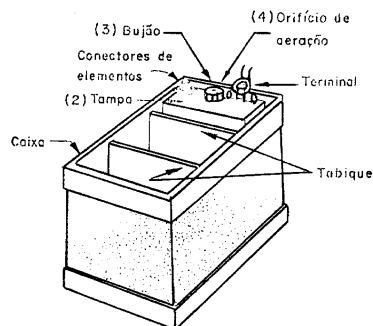
Constituição

A bateria é constituída por:

- caixa
- tampas
- placas
- eletrólito
- conectores de elementos
- bornes

Caixa

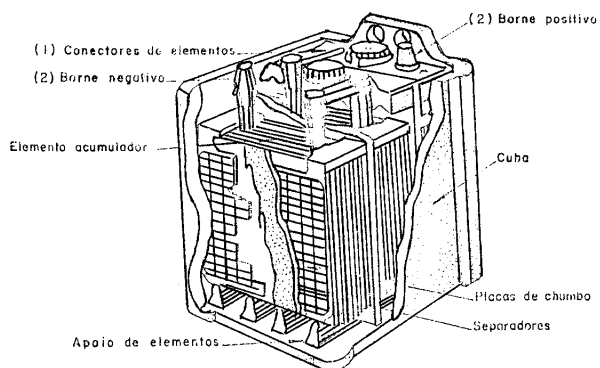
É fabricada geralmente de ebonite ou plástico. Divide-se em compartimentos estanques, onde estão alojadas as placas.



As tampas da caixa são fabricadas de ebonite ou plástico e tem um bujão roscado ou de pressão, que pode ser retirado para se verificar o eletrólito

O pequeno orifício do bujão permite o escapamento dos gases.

O fundo de cada compartimento tem os apoios para os elementos.



Placas

Cada elemento é composto por placas de chumbo isoladas entre si por separadores.

Eletrólito

É a solução composta de água destilada e ácido sulfúrico, que se encontra nos compartimentos da caixa cobrindo as placas.

Precaução

O ácido sulfúrico do eletrólito é altamente corrosivo. Produz queimaduras na pele e destrói a roupa, portanto, deve-se tomar especial cuidado, ou se manipular a bateria.

Conectores de Elementos

São de chumbo e servem para conectar os elementos. Podem ser externos ou internos.

Borne

Cada bateria de acumuladores tem dois bornes de saída; são de chumbo e servem para conectar a bateria à sua instalação.

Borne Positivo - É o de maior diâmetro e está marcado com um sinal mais (+) de cor vermelha.

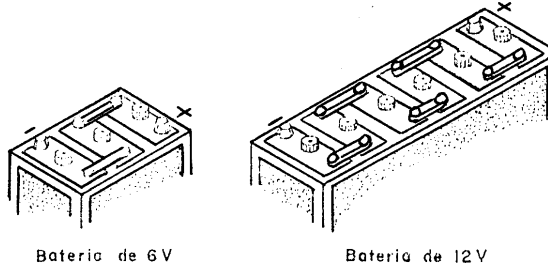
Borne Negativo - É o que está marcado com o sinal (-) de cor verde.

Características

As principais características de uma bateria são:

Tensão

Depende do número de elementos - três para as de 6 volts e seis para as de 12 volts.



Capacidade

Depende do número e superfície de suas placas. É expressa em ampères-horas.

O funcionamento de uma bateria de acumuladores compreende duas fases, que são:

- processo de carga;
- processo de descarga.

Processo de Carga

Ao se fazer circular uma corrente elétrica (C.C.) por uma bateria, é produzida uma transformação química que aumenta a densidade do eletrólito. Desta forma, acumula-se energia.

Processo de Descarga

Ao ser fornecida corrente elétrica pela bateria, ocorre uma transformação química inversa. O ácido se combina novamente com o material das placas, diminuindo a densidade do eletrólito.

Condições de Uso

As baterias não devem ser submetidas a regime de alta descarga por tempo prolongado, nem a curto-circuito, pois isso diminui sua vida útil.

Ao ser instalada no automóvel, a bateria deve ser fixada em sua posição, com a presilha respectiva, e conectada, respeitando-se sua polaridade.

Manutenção

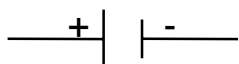
Deve-se revisar periodicamente o nível do eletrólito, mantendo-se o mesmo um centímetro acima do nível das placas.

Os bornes e os terminais devem manter-se limpos, para se evitar resistência à passagem da corrente elétrica.

Devem estar firmemente apertados e recobertos com vaselina, para se impedir a *sulfatação*.

Representação

Para a representação convencional de cada elemento acumulador, utiliza-se o seguinte símbolo:



O traço maior representa o pólo positivo (+), e o menor, o pólo negativo (-).

Comparação entre Baterias Alcalinas e Chumbo-Ácidas

Armazenagem

Alcalinas:

Podem ser armazenadas descarregadas e sem eletrólito por um período de 2 anos.

Podem ser armazenadas carregadas e com eletrólito por um período de 12 meses, com cargas periódicas de manutenção a cada 6 meses.

Baterias alcalinas em operação podem ser desativadas a qualquer momento, armazenadas descarregadas e sem eletrólito por um período de 2 anos.

Ácidas:

Uma vez efetuado o primeiro enchimento com eletrólito, o processo de envelhecimento da célula se inicia e não há possibilidade de interrompê-lo, isto é, uma vez colocado o

eletrólito nunca mais poderá ser retirado. Portanto, numa operação de retirada de serviço a bateria deverá receber cargas periódicas a cada 3 meses (dependendo da temperatura ambiente) para compensar a auto descarga e evitar a sulfatização das placas.

Auto Descarga

Todas as baterias em circuito aberto perdem parte de sua carga devido a auto descarga. As perdas ocorrem por causa de processos internos nos elementos. Por exemplo, a armazenagem durante três meses a 25°C resulta perdas de carga, em valores típicos.

Altas Temperaturas

Alcalinas

Durante a carga a temperatura não deve ultrapassar 45°C. Em operação a faixa recomendável é de 10°C a 35°C, podendo suportar temperaturas extremas de até 55°C por períodos curtos, sem prejuízo para a bateria.

Se operadas constantemente a 35°C haverá uma redução de 20% na capacidade nominal.

Ácidas

Durante a carga a temperatura não deve ultrapassar 45°C. Em operação a faixa recomendável é de 15°C a 35°C, porém com média de 25°C.

Se operadas constante a 35°C haverá uma redução de 50% na capacidade nominal.

Desprendimento de Gases

Alcalinas

Durante a carga há desprendimento de hidrogênio, sendo necessário em alguns casos prover a sala de baterias com equipamento para ventilação.

Ácidas

Durante a carga há desprendimento de hidrogênio e gases ácidos corrosivos.

De um modo geral os eletrólitos das baterias ácidas e alcalinas são classificados como corrosivos. Entretanto o eletrólito alcalino não ataca os materiais de construção normais, concreto e aço, não necessitando de acabamento especial. o eletrólito ácido e a névoa ácida são muito corrosivos para os materiais comuns de construção e os locais de instalação necessitam de tratamentos especiais (pisos e revestimentos anti-corrosivos).

Perda de Capacidade com a Diminuição da Temperatura

Alcalinas

A 0°C a redução da capacidade é de aproximadamente 10%.

Ácidas

A 0°C a redução da capacidade é de aproximadamente 30%.

Vida Útil, Quando Utilizadas em Flutuação

Alcalinas

20 - 25 anos em condições ideais de operação e manutenção.

Ácidas

10 - 12 anos em condições ideais de operação e manutenção.

Instalação

Acalinas

podem ser instaladas junto com equipamentos eletrônicos.

Ácidas

Não podem ser instaladas junto com equipamentos eletrônicos, pois a névoa ácida irá atacar os componentes.

Final de Vida

Alcalinas

O final de vida nas baterias alcalinas é facilmente detectado. Considera-se final de vida quando a bateria atinge entre 60 e 70% da capacidade nominal.

A perda de capacidade das baterias alcalinas é lenta e de certa forma linear em função do tempo, que permite planejar com segurança a sua substituição.

Ácidas

O final de vida das baterias ácidas é difícil de detectar, tendo em vista as variações de quantidades de parâmetros que devem ser tecnicamente analisados.

Na prática o final de vida é definido quando a bateria atinge 80% da capacidade nominal, mas o que se tem observado é que geralmente o final de vida acontece antes que a capacidade atinja 80%. É o fenômeno "Morte Súbita", o qual leva a bateria ao final de vida devido a problemas relativos a corrosão, degradação do material ativo, sedimentação, sulfatação, etc.

Por esta razão, as baterias ácidas necessitam de inspeções visuais rígidas para acompanhamento da evolução destes defeitos.

A possibilidade de "Morte Súbita" descarta o planejamento para a substituição da bateria, pois o final de vida pode ocorrer a

qualquer momento, mesmo após ter sido aprovada nos testes de capacidade.

Manutenção

A manutenção nas baterias alcalinas é mais simples do que nas baterias ácidas. Apesar do maior nº de elementos, as baterias alcalinas não necessitam carga de equalização, controle rígido da tensão de flutuação, da densidade do eletrólito e da temperatura.

Quadro Comparativo Sobre Alguns Aspectos Típicos de Manutenção

	Níquel-Cádmio	Chumbo-Ácida
Armazenagem	Com eletrólito e carregado = 12 meses.	Com eletrólito e carregado = 3 - 6 meses.
Colocação em serviço	Carga 8 h com corrente constante.	Carga de 10 a 15 h com corrente constante.
Carga de equalização	Não é necessária	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 meses quando armazenada. • Cada 3 ou 6 meses em operação, dependendo da idade.
Corrente de flutuação	Uma vez por ano.	A cada 3 meses.
Tensão de flutuação	Uma vez por ano.	A cada 3 meses em todos os elementos.
Teste de capacidade	A cada 2 - 5 anos dependendo da vida.	A cada 18 meses.
Adição de água	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação do nível anualmente. • Adição de água a cada 2 anos em média. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação do nível mensalmente. • Adição de água a cada ano dependendo da idade.
Limpeza	Uma vez por ano: <ul style="list-style-type: none"> • Limpar a parte superior dos elementos. • Verificar o torque nas ligações. • Aplicar graxa protetiva nas ligações e pólos. 	A cada 6 meses: <ul style="list-style-type: none"> • Limpar a parte superior dos elementos. • Verificar o torque nas ligações. • Aplicar graxa protetiva na ligações e pólos.

Quadro Comparativo - Tempo de Manutenção

Base: Sistema 110 Volts (96 elem. níquel-cádmio ou 55 elem. chumbo ácido)

Operação	Níquel-Cádmio	Chumbo-Ácida
Verificação da Tensão de Carga e Corrente de Flutuação	1 operação/ano = ½ h/ano	4 operações/ano = 2 h/ano
Limpeza, Torque e Proteção das Ligações	96 elem./ano = 4 h/ano (2 min./elem.)	2 x 55 elem./ano = 4 h/ano
Verificação do Nível do Eletrólito	96 elem./ano = 0,3 h/ano	12 x 55 elem./ano = 2 h/ano
Adição de Água	96 elem./ano = 1 h/ano (1 min./elem)	55 elem./ano = 3 h/ano
Carga de Equalização	-	2 x 55 elem./ano = 3 h/ano
Teste de Capacidade	8 h/5 anos = 1,5 h/ano	10 h/1,5 anos = 6,5 h/ano
Total	7,3 h / ano	18 h / ano

Análise Comparativa entre Baterias Chumbo-Ácidas e Alcalinas

Característica	Alcalina	Ácida
Custo de Manutenção	Menor	Maior
Resistência Mecânica	Maior	Menor
Facilidade de Verificação do estado de carga	Maior	Menor
Volume (espaço ocupado)	Depende da Aplicação	
Desprendimento de gases	Igual	Igual
Necessidade de troca de eletrólito	Maior (10 - 12 anos)	Menor
Vida útil (prática)	Maior	Menor
Influência da temperatura	Menor	Maior
Ocorrência de defeitos	Menor	Maior
Garantia dos fornecedores	Maior	Menor
Custo dos reparos	Menor	Maior
Custo do retificador	Igual	Igual
Corrosão	Não	Sim
Névoa corrosiva	Não	Sim

Facilidade de detecção do final de vida	Maior	Menor
---	-------	-------

Ambiente

Os materiais que compõem as baterias ácidas e alcalinas são recicláveis:

Ácidas

O chumbo é reciclado para chumbo liga.

Alcalinas

O níquel é reciclado em siderúrgicas para fabricação de liga de aço.

O cádmio é reciclado e utilizado em novas baterias.

Confiabilidade

Nos cálculos de comparação de preços foram considerados fatores mensuráveis quando se adquire uma ou outra tecnologia, porém não se pode mensurar o fator confiabilidade, que está diretamente ligado à responsabilidade de cada projeto para garantir a saúde dos meios materiais e humanos envolvidos dentro de um sistema como um todo.

Os acumuladores alcalinos são dispositivos de altíssima confiabilidade e reconhecidamente os mais seguros para toda e qualquer aplicação que exija energia confiável.

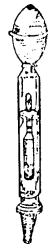
Instrumentos de Controle da Bateria de Acumuladores

São aparelhos que permitem verificar o estado da carga das baterias de acumuladores. Os mais comuns e gerais são: o densímetro e o voltímetro de alta descarga.

Densímetro

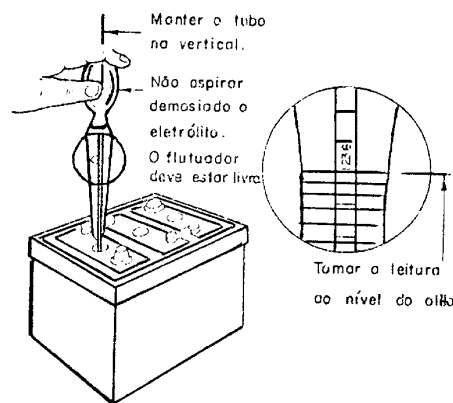
Permite-nos medir diretamente a densidade do eletrólito e determinar, assim, o estado da carga da bateria.

É composto por um elemento flutuador com escala graduada, contido dentro de um tubo de vidro que se pode encher mediante uma “pêra” de borracha.



Funcionamento

Fazendo-se sucção com a “pêra” de borracha e introduzindo-se a sonda no vaso da bateria, consegue-se retirar deste uma quantidade de eletrólito que permite ao flutuador elevar-se. A altura deste, no tubo de vidro, depende da proporção de ácido que contenha o eletrólito e indica a densidade do mesmo, na escala graduada do flutuador.

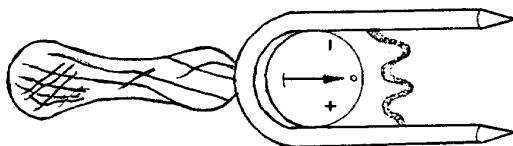


Deste modo, pode-se conhecer aproximadamente o estado da carga da bateria, já que existe uma relação entre a densidade e a carga, segundo a seguinte tabela:

Densidade em graus Baumé	Estado da Carga
1265 a 1300	Carga completa
1235 a 1260	3/4 de carga
1205 a 1230	1/2 de carga
1170 a 1200	1/4 de carga
1140 a 1165	Apenas utilizável
1130 ou menos	Totalmente descarregada

Esses valores variam, ligeiramente, de acordo com a temperatura do eletrólito, motivo pelo qual alguns densímetros incluem escalas para diferentes temperaturas.

Voltímetro de alta descarga



Permite a determinação da capacidade da carga da bateria, medindo a tensão em cada elemento, enquanto este é submetido a uma descarga relativamente alta.

É constituído por um cabo isolado, duas pontas de prova, um resistor, que produz descarga, e um voltímetro, possui escala graduada, com zero ao centro, conectado em paralelo com o resistor.

As pontas de prova devem ferir fortemente os bornes ou pontes de cada elemento da bateria, para assegurar a circulação da corrente no resistor.

A tensão do elemento sob essas condições será medida pelo voltímetro, e o valor dessa tensão permitirá conhecer-se o estado da bateria. Se a leitura for inferior a 1,6 V em algum elemento, isso indica que o mesmo está em mau estado.

Se houver uma diferença maior que 0,2 V entre as leituras dos diversos elementos, a bateria deve ser substituída.

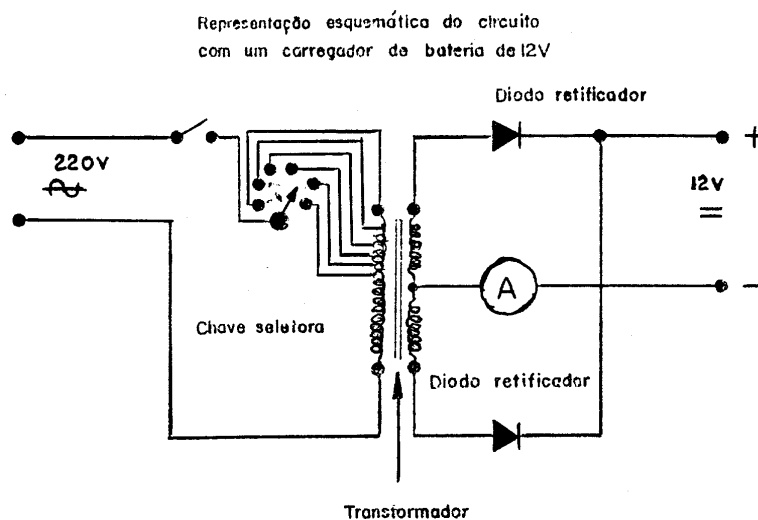
Observação: 1) O voltímetro de alta descarga não deve ser aplicado por mais de 5 segundos em cada elemento, pois descarrega o mesmo.

2) O ponteiro se desvia sempre para a ponta conectada com o borne positivo do elemento.

Carregadores de Bateria

Introdução

Os carregadores de bateria são equipamentos retificadores que fornecem a energia necessária para submeter a bateria de acumuladores do automóvel a um processo de recuperação de sua carga.



Os carregadores são constituídos, como mostra a figura acima, de:

Transformador

Aparelho que transforma a tensão da linha para o valor necessário;

Elementos Retificadores

Retificam a tensão alternada fornecida pelo transformador;

Chave Seletora

Seleciona a tensão, de acordo com a bateria conectada ao circuito de carga;

Terminais de Saída

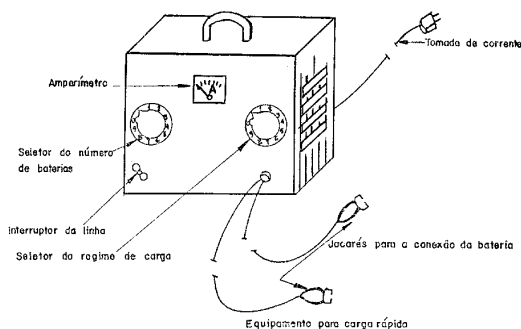
Permitem, por meio de terminais jacaré convenientemente identificados, a conexão entre o carregador e a bateria;

Instrumentos Indicadores

Permitem a leitura da tensão e da corrente de carga.

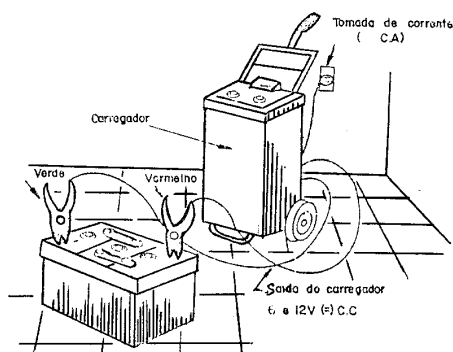
Os tipos de carregadores mais usados

Para carga lenta. São fabricados para carregar uma ou mais baterias.



Proporcionam uma intensidade de corrente de carga de até 6A.

Para carga rápida, são capazes de fornecer intensidade de corrente de carga até 120A.



Utilizam-se para dar carga de reforço e de emergência.

Carregadores especiais: além de cumprir as funções dos anteriores., permitem a comprovação do estado da bateria e fornecem uma corrente superior a 120A no momento de partida do automóvel.

Condições de Uso

Ao conectar-se o carregador na bateria, deve-se observar cuidadosamente a polaridade.

O jacaré assinalado (+), de cor vermelha, conecta-se ao borne positivo da bateria.

O jacaré assinalado (-), de cor verde, conecta-se ao borne negativo da bateria.

Observação: As conexões invertidas danificam o carregador.

Conservação

Cada vez que se acaba de usar um carregador, devem-se lavar seus jacarés de conexão com uma solução de bicarbonato de sódio, para se eliminarem os restos de ácidos e evitar sua corrosão.

Precauções

1. Antes de se retirar o jacaré da bateria que se acaba de carregar, deve-se desligar o carregador, já que as faíscas que de outro modo se produziriam, poderiam inflamar os gases que se desprendem da bateria.
2. Os carregadores devem ser usados em ambientes ventilados.

Regimes de Carga e Baterias

Para submeter-se uma bateria descarregada a um processo de recuperação, conecta-se à mesma e uma fonte de corrente contínua que permita regular a tensão e a intensidade da corrente de carga.

Pode-se, então, escolher entre dois métodos:

- carga lenta;
- carga rápida.

Carga Lenta

É a mais conveniente, sobretudo quando se deve carregar totalmente a bateria. O método recomendado é ajustar a intensidade da corrente, no início da carga, a 1/10 da capacidade da bateria em ampères/hora.

Exemplo: Uma bateria de 75 ampères/hora se submeterá a uma corrente de 7,5 A.

Outro método utilizado é ajustar a intensidade da corrente a 1 A por placa positiva de cada elemento.

Exemplo: Em uma bateria de 15 placas por elemento, 7 delas serão positivas, sendo, portanto, o regime de carga de 7A.

Carga Rápida

Não é aconselhável. Tem como desvantagem diminuir a durabilidade da bateria. Só deve ser realizada em casos de emergência e durante curtos períodos. A intensidade da corrente de carga pode ser de 75 a 100A para baterias de 6 volts e a metade desses valores para baterias de 12 volts.

Observação: Quanto mais rapidamente se carrega uma bateria, mais freqüente se deve controlar a temperatura do eletrólito e o processo de carga, mediante um termômetro e um densímetro.

Temperatura Limite de Carga

	Climas regularmente abaixo de 27°C	Climas entre 27°C e 30° C	Climas normalmente acima de 38°C
Lim	38°C	43°C	49°C

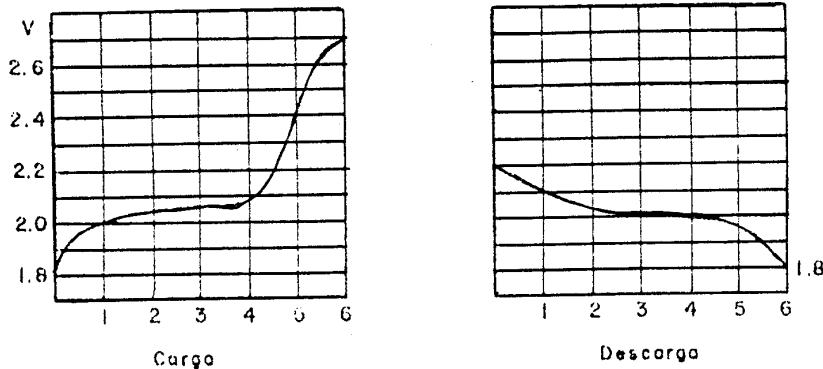
Uma bateria em bom estado suportará qualquer intensidade de carga, enquanto a tensão em cada elemento não for além de 2,3 volts e sua temperatura não ultrapassar 43°C.

Observações:

1. Todas as conexões entre a bateria e a linha de alimentação devem ser firmes, para que se produza um bom contato elétrico.
2. Quando a intensidade da carga é superior à recomendada, o eletrólito borbulha fortemente, desprendendo grande quantidade de hidrogênio.

Precaução - O hidrogênio desprendido, ao misturar-se com o ar, é inflamável.

Gráficos de Carga e Descarga



Colocar Bateria de Acumuladores em Carga

É a operação pela qual é acumulada energia elétrica na bateria, para se restabelecer seu estado normal de carga. Executa-se conectando-se a mesma a um carregador de baterias. É realizada quando a bateria se tenha descarregado, em razão de freqüentes ou prolongados arranques, ou grande consumo de energia não restabelecida pelo gerador.

Processo de Execução

1º Passo - Limpe e inspecione visualmente a bateria.

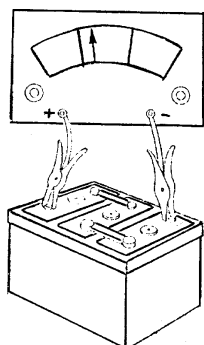
2º Passo - Verifique o nível do eletrólito e adicione água destilada, se for necessário.

Observações:

1. Se o processo de carga vai ser efetuado com a bateria montada no veículo, desconecte os cabos da mesma;
2. Utilize somente água destilada, para complementar o nível dos elementos.

3º Passo - Ponha a bateria em processo de carga.

- a) Determine a tensão, o tempo e o regime de carga da bateria, de acordo com as características da mesma.
- b) Conecte os terminais do carregador aos bornes da bateria, observando que a polaridade seja: positivo do carregador (+) com o positivo da bateria (+) e negativo do carregador (-) com negativo da bateria (-).



Observação: Assegure-se de que o interruptor do carregador está desligado.

c) Ligue o interruptor do carregador.

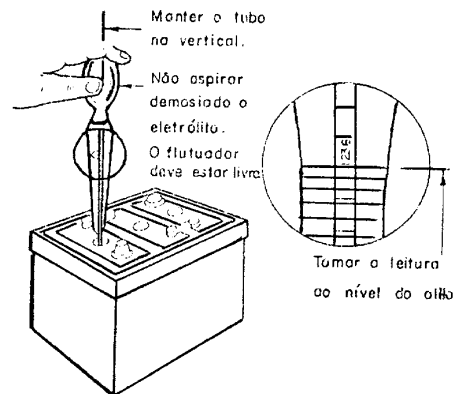
Precaução - Durante o processo de carga da bateria, evite centelhas ou chamas em sua proximidade, pois os gases emanados são inflamáveis.

4º Passo - Desconecte a bateria do carregador.

- a) Desligue o interruptor do carregador, ao concluir o tempo de carga.
- b) Retire da bateria os terminais do carregador.

5º Passo - Meça a densidade do eletrólito da bateria.

- a) Retire os bujões e verifique se o eletrólito cobre as placas.
- b) Introduza a sonda do densímetro no elemento, pressionando a pêra sem chegar a tocar no eletrólito.
- c) Chegue com a sonda do densímetro até as placas do elemento e aspire lentamente o eletrólito, até que o flutuador flutue.
- d) Observe a que número da coluna graduada do flutuador corresponde o nível do eletrólito.



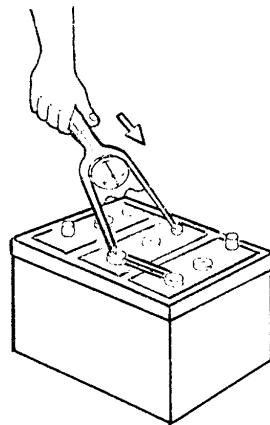
- e) Repita o processo anterior nos demais elementos e compare as leituras obtidas com as tabelas de densidade do eletrólito.

Observação: Se o eletrólito não alcançou a densidade indicada, reponha a bateria em processo de carga.

6º Passo - Coloque os bujões e limpe a parte superior da bateria.

7º Passo - Meça a tensão dos elementos.

- a) Conecte uma ponta do voltímetro de alta descarga ao borne positivo e a outra ponta ao conector do mesmo elemento, pressionando-o pelo cabo do instrumento.



- b) Faça a leitura do instrumento, observando o deslocamento da agulha sobre a escala graduada.
- c) Repita a prova nos demais elementos e compare as medidas obtidas nas tabelas correspondentes.

Observação: Realize esta prova rapidamente, para não descarregar o elemento.

Iluminação Pública

Projetos

Nos projetos de iluminação pública serão normalmente considerados, além das condições econômicas, os seguintes fatores básicos:

- O iluminamento médio (dado em lux);
- O fator de uniformidade;

Iluminamento médio

Ao fixar o valor do iluminamento médio de uma via ou praça, deve o projetista analisar, entre outras coisas, a importância da localidade ou cidade, o movimento e aspecto urbanístico do logradouro e suas possibilidades futuras; isto para evitar que um projeto executado hoje venha a ficar obsoleto dentro de pouco tempo.

Índices de iluminamento

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas / ABNT, o iluminamento médio a ser adotado em um projeto de iluminação pública depende:

- a) Do número de veículos que transitam pela via, nos dois sentidos, na hora de máximo movimento noturno, podendo ser:

Leve = 150 a 500 veículos por hora

Médio = 500 a 1.200 veículos por hora

Pesado = 1.200 a 2.400 veículos por hora

b) Do número de pedestres que cruzam a via com trânsito motorizado, podendo também ser:

Leve = como nas ruas residenciais médias

Médio = como nas ruas comerciais secundárias

Pesado = como nas ruas comerciais principais.

De posse desta classificação, poderemos determinar o iluminamento médio a ser adotado para a via, conforme valores ideais da tabela 1, dados em lux.

Tabela 1

Veículos Pedestres	Leve	Médio	Pesado
Leve	2	5	10
Médio	5	10	16
Pesado	10	16	20

Observação: Os valores desta tabela são para iluminamentos médios em pistas de superfície clara como, por exemplo, concreto, devendo ser multiplicados pelo fator 1,5 em superfícies escuras como, por exemplo, asfalto.

Fator de uniformidade

É a relação entre o iluminamento mínimo e o máximo devendo ser, sempre que possível, superior a 0, 10.

A tabela 2 nos fornece o fator de uniformidade mínimo recomendado, para os diversos tipos de vias a serem iluminadas.

Tabela 2

Veículos Pedestres	Leve	Médio	Pesado
Leve	0,10	0,12	0,15

Médio	0,12	0,15	0,20
Pesado	0,15	0,20	0,25

Iluminação de Vias Urbanas

Lâmpadas

Para este tipo de iluminação são padronizadas duas espécies de lâmpadas:

- 1) Lâmpadas incandescentes, bulbo claro, de 150-130V. É o tipo mais comum de fonte iluminosa utilizada, dado o seu rendimento luminoso razoável e, principalmente, o seu custo inicial menor.
- 2) Lâmpadas a vapor de mercúrio, cor corrigida, de 125, 250 e 400 W. Estas lâmpadas, em conseqüência do seu alto rendimento luminoso, aliado a um efeito ornamental acentuado e uma vida longa, estão se tornando de uso cada vez mais freqüente.

Com esta gama de lâmpadas poderemos, em princípio, resolver as situações da tabela 1 ressaltando o caso Pesado-Pesado, que consideramos especial.

Luminárias e Braços

Três tipos de luminárias e braços são padronizados:

- 1) Luminária em alumínio estampado, aberta, assimétrica, adaptável ao “Braço para Iluminação Pública” da figura Padrão-A4-152. Esta luminária deve ser usada com as lâmpadas incandescentes.
- 2) Para as lâmpadas a vapor de mercúrio de 125 e 250 W utiliza-se uma luminária em alumínio estampado, aberta, assimétrica, adaptável ao “Braço para Iluminação Pública - tipo ornamental leve” da figura Padrão-A4-153.
- 3) Para as lâmpadas a vapor de mercúrio de 400W aplica-se uma luminária de alumínio, fechada, assimétrica, adaptável ao “Braço para Iluminação Pública - tipo ornamental pesado” da figura Padrão-A4-064. Esta luminária já vem equipada com reator e condensador e se aplica geralmente em vias onde se deseja um melhor aspecto estético.

Posteação

Poderá ser de madeira ou concreto, quando usadas lâmpadas incandescentes, e de concreto ou aço (chicote) quando usadas lâmpadas a vapor de mercúrio. O poste chicote dispensa o braço de iluminação e somente pode ser usado com luminária fechadas.

O espaçamento entre postes, sendo uniforme, ajudará bastante à iluminação.

A posteação será normalmente unilateral. Em vias largas poderá se tornar necessária a posteação dupla, em zig-zag, ou oposição, para serem conseguidos os níveis de iluminamento da tabela 1.

Curvas de Isolux

Nas figuras abaixo temos as curvas de isolux, básicas, obtidas das luminárias equipadas com os três tipos de lâmpadas incandescentes e instalada a 6,50m de altura.

Lâmpada	Incandescente		Vapor de Mercúrio		
	150	200	125	250	400
E máximo - lux inicial	8,60	12,00	27,20	59,00	37,00
E médio - lux inicial	2,48	3,48	6,88	14,93	11,59
E mínimo - lux inicial	0,50	0,70	1,38	3,00	3,00
Fator de uniformidade	0,06	0,06	0,05	0,05	0,08

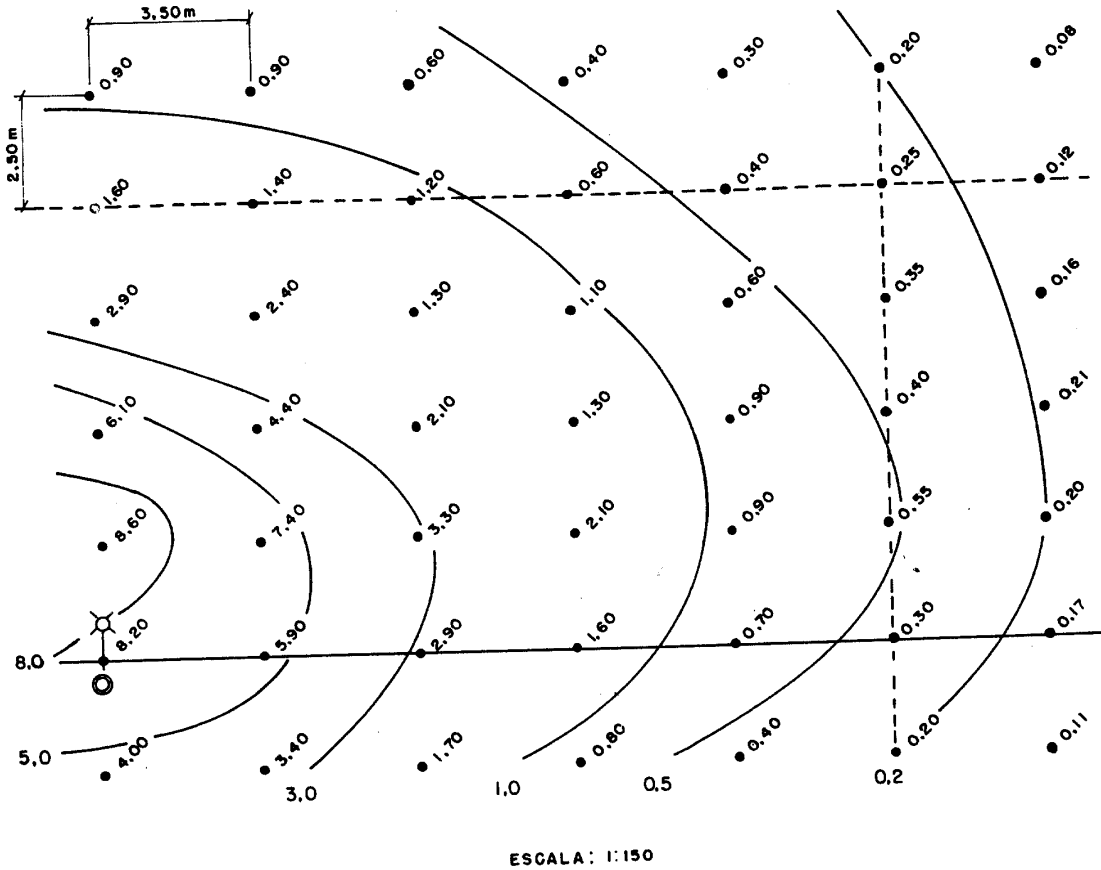
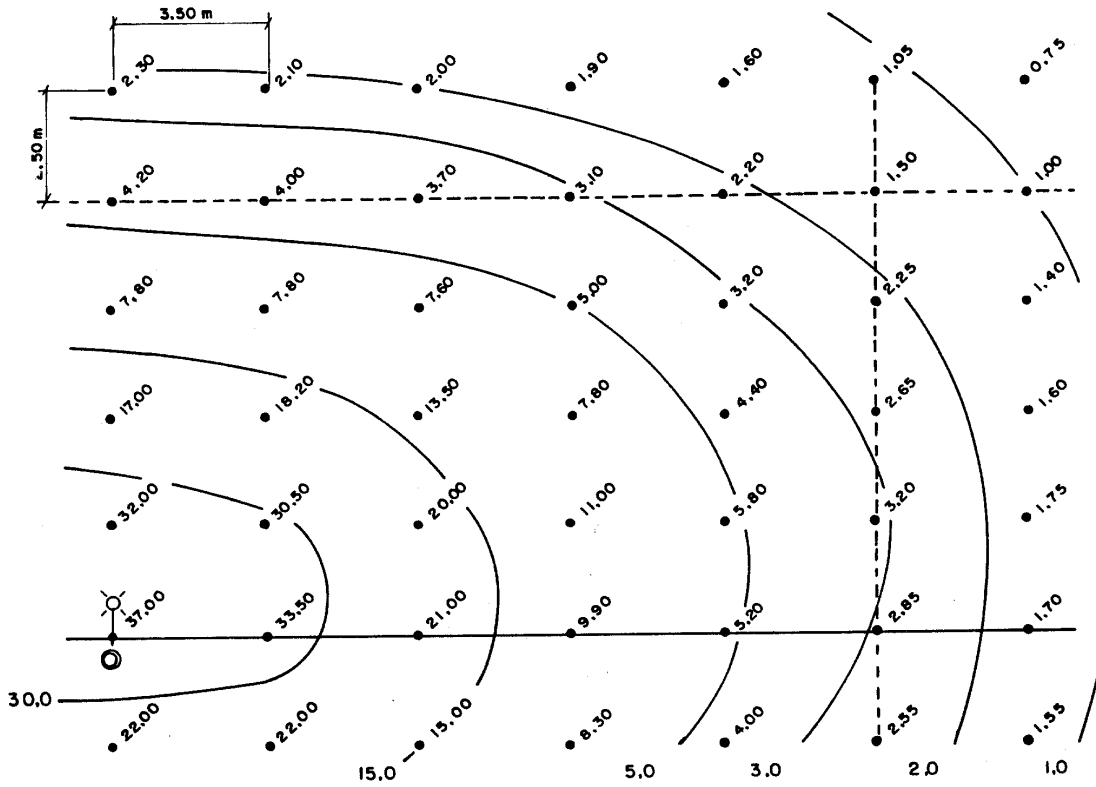


Figura 7 - Curvas Isolux - 150 W incandescente

Altura de Montagem	Fator de Correção
6,50	1,00
6,60	0,97
6,70	0,94
6,80	0,91
6,90	0,89
7,00	0,86
7,50	0,75
8,00	0,66
8,50	0,59
9,00	0,52
9,50	0,47

10,00	0,42
-------	------



ESCALA: 1: 150

Figura 10 - Curvas Isolux - 400 W V. Mercúrio

Altura de Montagem	Fator de Correção
7,20	1,00
7,30	0,97
7,40	0,95
7,50	0,92
7,60	0,90
7,70	0,87
7,80	0,85
7,90	0,83
8,00	0,81
8,50	0,72

9,00	0,64
9,50	0,57
10,00	0,52

Informações Diversas

Lâmpadas

Lâmpadas a Vapor de Mercúrio

Estas lâmpadas exigem equipamentos especiais para o seu funcionamento. Para sua partida usa-se um reator que deverá ser equipado com um condensador, para melhorar o seu fator de potência. Este conjunto é individual para cada lâmpada.

Alguns dados sobre este tipo de lâmpada são fornecidos pela tabela 6.

Lâmpadas a Vapor de Mercúrio - 220 V - 60 Hz					
Sem correção do fator de potência					
Potência W	Cor. Rede A	Fator Potência	Perdas W	Condens. MF	
325	1,15	0,55	10	-	
250	2,00	0,60	15	-	
400	3,20	0,60	19	-	
Com correção do fator de potência					
125	0,70	0,90	-	10	
250	1,30	0,95	-	20	
400	2,10	0,90	-	25	

Levando estas lâmpadas de 4 a 8 minutos para entrar em pleno funcionamento, deve o projetista tomar o valor de sua corrente de ignição para determinar quantas delas poderá ligar ao circuito de um relé, bem como determinar a bitola dos condutores.

Ligação da Iluminação

Qualquer que seja o tipo ou potência da lâmpada, sua ligação à rede aérea ou subterrânea, deverá ser feita com cabo de cobre nº 14 AWG - 7 fios - com isolamento plástico para 600V.

Comando da Iluminação

O comando de iluminação em praças deverá ser independente do comando da iluminação das vias.

Um critério inicial para se definir qual o tipo de relé fotoelétrico a ser usado em um projeto de iluminação pública poderá se o seguinte:

- a) Nas instalações de alimentação subterrânea, com corrente superior a 5 A, usar o relé para comando em grupo, limitando a corrente para cada relé em 30 A.

Sendo a corrente inferior a 5 A, quando verificados o fator de potência e a corrente de ignição (se for o caso), poderá ser usado o relé individual para comandar um pequeno grupo de lâmpadas perfazendo um total de 5 A.

- b) Na instalações com alimentação aérea, usar o relé individual sem o condutor controle ou, quando conveniente, o relé para comando em grupo.

Conexões à Rede Aérea

As conexões dos condutores das lâmpadas ou reatores à rede aérea, em se usando o relé para comando em grupo, são feitas com conectores parafuso. As conexões dos condutores que partem da rede e da lâmpada ao reator, quando de uso externo, deverão ser feitas com conectores de mola isolados. Também deverá ser usado um conector de mola isolado, na ligação do controle do relé individual à lâmpada ou reator, sendo as demais ligações feitas normalmente.

Circuitos de Iluminação, Subterrâneo

Condutores

O circuito de iluminação subterrâneo deverá ser de cabo de cobre número 2 x 10, 2 x 8 ou 2 x 6 AWG (dependendo da corrente ou queda de tensão) com isolamento para 600 V, e proteção externa (camada dupla).

Para facilitar a passagem dos condutores nos eletrodutos, lubrificá-los com uma massa de 4 partes de talco, 3 de água e 2 de sabão neutro.

Os cabos de mesma bitola, independentemente do número de caixas, deverão ser lançados nos eletrodutos sem serem seccionados (cortados)

Havendo necessidade de se emendar algum cabo, fazê-lo, sempre, dentro de uma caixa de derivação e nunca dentro do eletroduto.

Emendas e Conexões

Deverão ser feitas por encordoamento (charruas) em condutores até nº 8 AWG.

Para condutores nº 6 AWG, ou maiores, usar dois conectores tipo parafuso nas emendas e um nas conexões.

As emendas e conexões deverão ser cobertas com massa isolante e esta recoberta com fita plástica isolante.

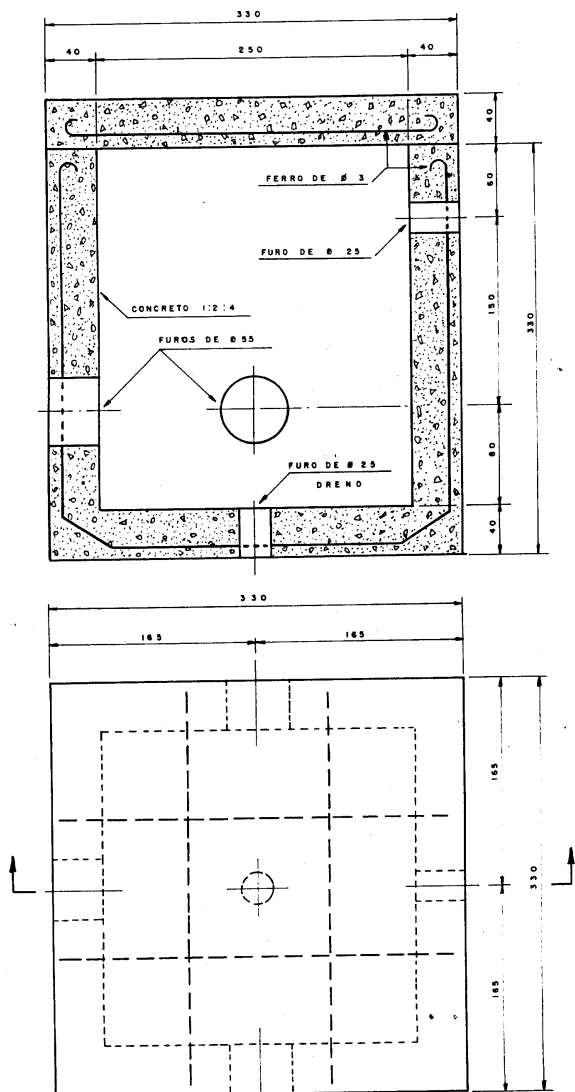
Caixas de Derivação

Nas redes subterrâneas deverá ser instalada uma caixa de derivação, de concreto ou alvenaria (dependendo da conveniência da construção), com tampa de concreto armado, junto ao poste de derivação da rede aérea, junto de cada poste que sustente uma luminária, ou em cada derivação forçada.

A figura abaixo mostra uma caixa de concreto, e suas dimensões poderão servir de modelo para a caixa de alvenaria.

Quando, na construção, forem usadas caixas pré-fabricadas, seus furos não utilizados deverão ser vedados com massa de cimento. Se confeccionadas no local, fazer apenas os furos necessários.

A posição das caixas de derivação, em relação aos postes, poderá variar de acordo com as necessidades da construção.



Eletrodutos

A descida dos condutores, da rede aérea à caixa no pé do poste de derivação e a sua travessia em pistas com trânsito de veículos pesados, deverá ser feita em tubo de ferro galvanizado de ϕ externo 48mm.

A interligação das diversas caixas de derivação ou mesmo a travessia de pista sem trânsito de veículo pesado, deverá ser feito com eletroduto plástico, classe 8, ponta e bolsa, ϕ externo 50 mm.

Nas travessias, os eletrodutos deverão ser instalados a 0,80m e nos demais casos a 0,30m de profundidade.

Quando a travessia for feita com eletroduto plástico, assentá-lo sobre uma camada de areia de 0,15m de altura.

As bolsas e curvas necessárias à instalação dos eletrodutos plásticos serão confeccionados no local.

Luminárias

Altura de Montagem

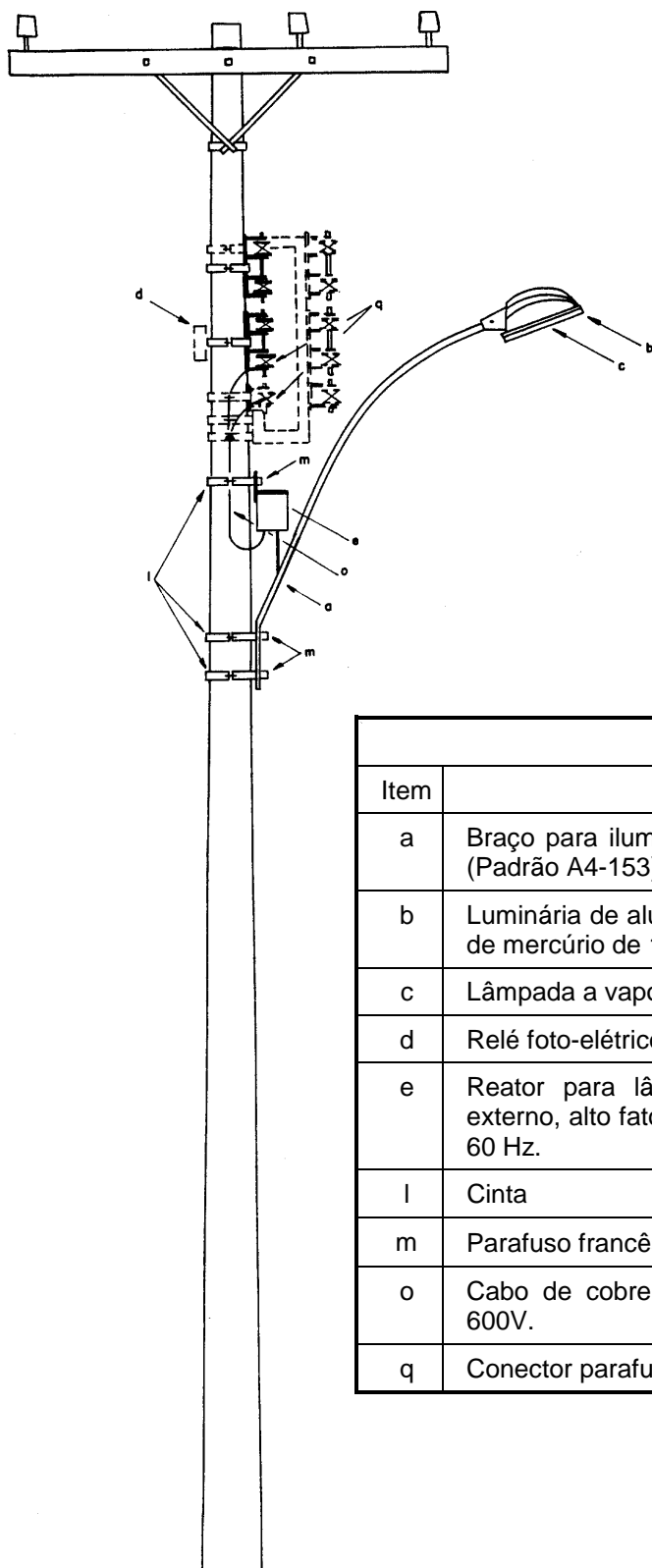
As luminárias de uma mesma via pública deverão ser instaladas, todas, a mesma altura; logicamente na mais desfavorável, que é:

- Braço comum: poste de 10m com secundário completo.
- Braços ornamentais: poste de 11m com afastador.

A tabela 7 fornece algumas alturas de montagem para braços de iluminação pública e conseqüentes alturas em que ficarão as luminárias.

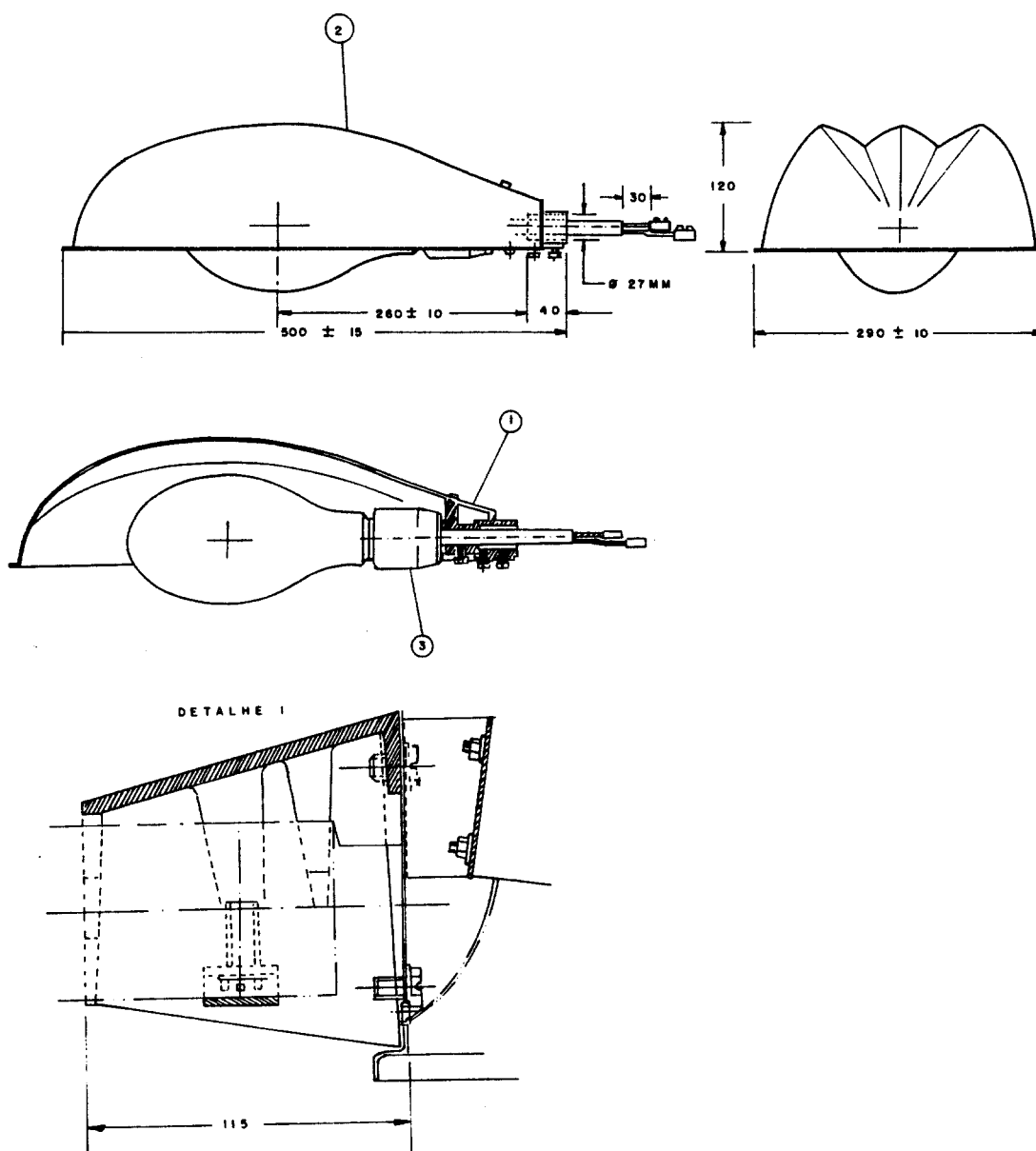
Tabela 7

Descrição	Comum		Ornamental	
	Braço	Luminária	Braço	Luminária
Poste de 10m	6,20	6,50	5,00	7,80
Poste de 11m - c/transformador	6,30	6,60	5,20	7,20
Poste de 11m - c/derivação	6,50	6,80	5,90	7,90



MATERIAL	
Item	DESCRIÇÃO
a	Braço para iluminação pública, tipo ornamental leve (Padrão A4-153)
b	Luminária de alumínio, aberta, para lâmpada a vapor de mercúrio de 125 ou 250 W.
c	Lâmpada a vapor de mercúrio de 125 ou 250 W.
d	Relé foto-elétrico individual. (alternativa)
e	Reator para lâmpada a vapor de mercúrio, uso externo, alto fator de potência, 125 ou 250 W, 220 V, 60 Hz.
l	Cinta
m	Parafuso francês de ϕ 16 x 45mm
o	Cabo de cobre nº 14 AWG, com isolamento para 600V.
q	Conector parafuso fendido, adequado.

Figura 8 - Instalação Básica - Lâmpada V. Mercúrio 125/250 W

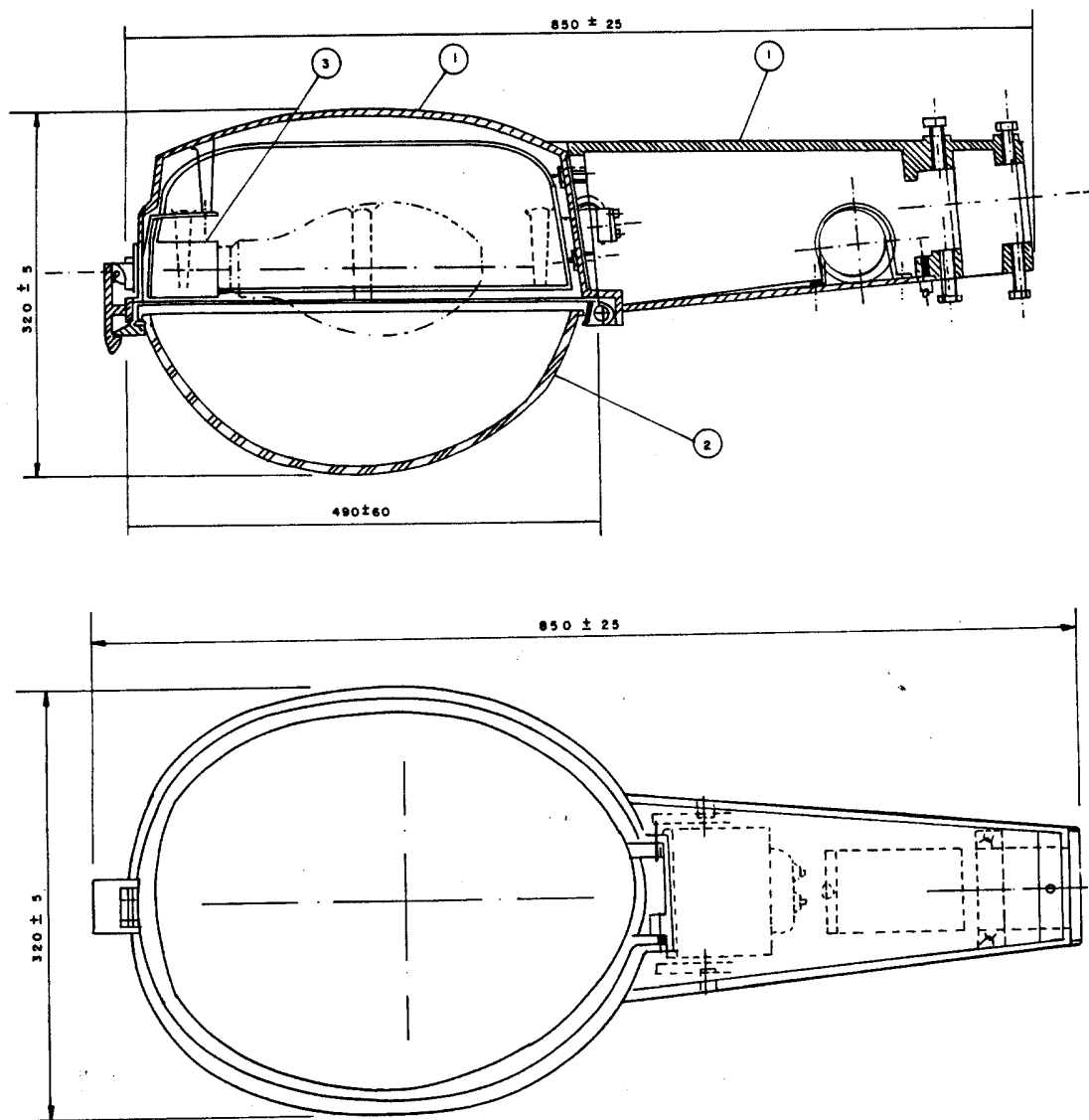


Luminária aberta para lâmpada VM 80W e incandescente de 150 ou 200 W

Notas

1. Pescoço em alumínio fundido;
2. Refletor estampado em chapa de alumínio de alta pureza de espessura mínima de 1,2 mm;
3. Soquete de porcelana com Rosca - Mogul - E - 27;
4. O pescoço poderá também ser conforme o detalhe I;

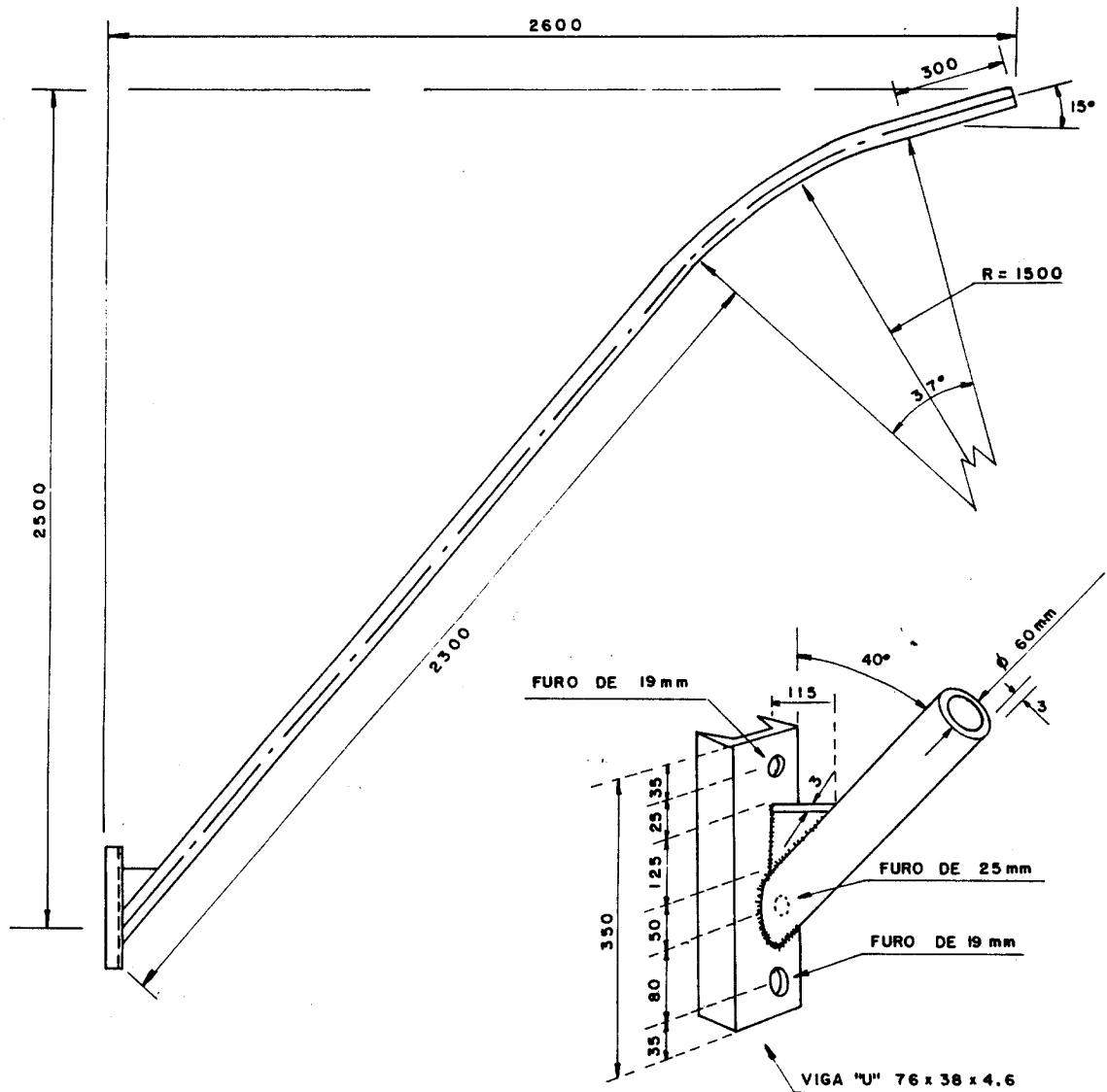
5. A pintura externa deverá ser esmaltada em estufa na cor alumínio;
6. As cotas apresentadas são em milímetros.



Luminária fechada para lâmpada a vapor de mercúrio de 400 W

Notas

1. Corpo, pescoço e aro em alumínio fundido com acabamento em tinta cinza martelada;
2. Vidro prismático óptico em Boro-silicado;
3. Soquete de porcelana com Rosca - Mogul - 40;
4. As cotas apresentadas são em milímetros.



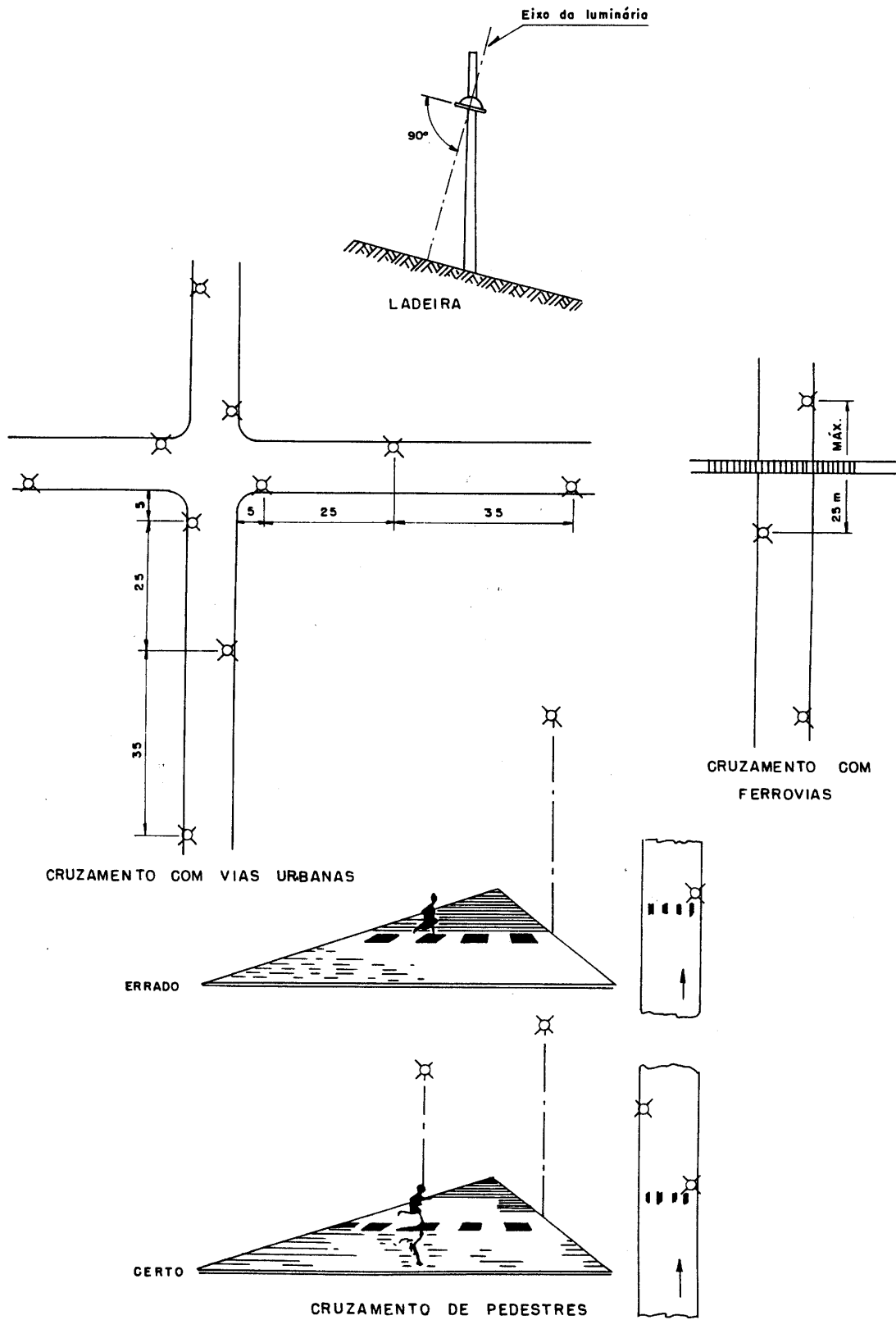
Braço para iluminação pública tipo ornamental pesado

Notas

1. Material: tubo industrial viga "U" e chapa de aço carbono;
2. Depois de pronto, o braço deverá ser galvanizado a fusão (ABNT - MB - 25, 6 imersões);
3. Ensaio de resistência à flexão, o braço devidamente fixado deverá suportar uma carga no mínimo de 30 kgf aplicada em sua extremidade;

-
4. Deverá ser gravada na peça a marca do fabricante;
 5. Não admite-se rebarbas ou farpas que possam danificar os condutores;
 6. Admite-se uma variação de 2% nas cotas apresentadas.

Figura 11 - Ilustrações



Exercício:

1. Dê o princípio de funcionamento das lâmpadas fluorescentes e U.M.

2. Desenhe o circuito de duas lâmpadas fluorescentes com reator Duplo Start.

3. Qual a função de:
 - a) Reator
 - b) Start ou Disparador

Condutores Elétricos

Considerações Básicas

Condutor elétrico é um corpo constituído de material bom condutor, destinado à transmissão da eletricidade. Em geral é de cobre eletrolítico e, em certos casos, de alumínio.

Fio é um condutor sólido, maciço, em geral de seção circular, com ou sem isolamento.

Cabo é um conjunto de fios encordoados, não isolados entre si.

Pod ser isolado ou não, conforme o uso a que se destina. São mais flexíveis que um fio de mesma capacidade de carga.



Figura 1 - Fio TW-TRC da Ficap



Figura 2 - Cabo TCW-TRC da Ficap

Para isolar eletricamente um condutor de outro e da terra, usa-se revesti-lo com uma camada de material mau condutor de eletricidade, o que constitui a isolação do condutor. Um cabo isolado é um cabo que possui isolação. Além da isolação, recobre-se com uma camada denominada cobertura quando os cabos devem ficar em instalação exposta, colocados em bandejas ou diretamente no solo.



Figura 3 - Cabo com isolamento e cobertura Superflex 750 V da Siemens

Os cabos podem ser:

- unipolares, quando constituídos por um condutor de fios trançados com cobertura isolante protetora (figura 2);
- multipolares, quando constituídos por dois ou mais condutores isolados, protegidos por uma camada protetora de cobertura comum (figura 3).

Exemplo:

A Pirelli fabrica cabos uni- e multipolares Sintenax antiflan 0,6/1KV, e a Siemens, os cabos unipolares Noflam BWF 750 V e Multipolares Superflex 750 V.

A Ficap fabrica os cabos TCW-TRC 750 V uni- e tripolares. A INBRAC produz os cabos unipolares PVC-750 V e Vinilplast 750 V para dois e três condutores.

Seção nominal de um fio ou cabo é a área aproximada da seção transversal do fio ou da soma das seções dos fios componentes de um cabo. A seção de um condutor a que nos referimos não inclui a isolamento e a cobertura (se for o caso de possuir cobertura).

Até o ano de 1982, para a caracterização das bitolas, usava-se no Brasil a escala AWG/CM (American Wire Gauge - circular mil). A AWG é baseada numa progressão geométrica de diâmetros expressos em polegadas até a bitola 0000 (4/0). Acima desta bitola, as seções são expressas em circular mils - CM ou múltiplo de mil circular mils - MCM. Um mil é a abreviatura de 1 milionésimo de polegadas: $1 \text{ CM} = 5,067 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$.

A partir de dezembro de 1982, a Norma Brasileira NB-3 da ABNT foi reformulada, recebendo do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) a designação de NBR-5410. Nesta Norma, em vigor, os condutores elétricos são especificados por sua seção em milímetros quadrados (mm^2), segundo a escala padronizada, série métrica da IEC (International Electrotechnical Commission). A seção nominal de um cabo multipolar é igual ao produto da seção do condutor de cada veia pelo número de veias que constituem o cabo.

Material

- Em instalações residenciais só podem ser empregados condutores de cobre, exceto condutores de aterramento e proteção.

- Em instalações comerciais é permitido o emprego de condutores de alumínio com seções iguais ou superiores a 50 mm².
- Em instalações industriais podem ser utilizados condutores de alumínio, desde que sejam obedecidas simultaneamente as seguintes condições:
 - Seção nominal dos condutores seja $\geq 10\text{mm}^2$.
 - Potência instalada seja igual ou superior 50 kW.
 - Instalação e manutenção qualificadas.

Seções Mínimas dos Condutores

Seção Mínima do Condutor Neutro

O condutor neutro deve possuir a mesma seção que o(s) condutor(es) fase nos seguintes casos:

- a) Em circuitos monofásicos e bifásicos, qualquer que seja a seção.
- b) Em circuitos trifásicos, quando a seção do condutor fase for inferior ou igual a 25 mm², em cobre ou em alumínio.
- c) Em circuitos trifásicos, quando for prevista a presença de harmônicos qualquer que seja a seção.

Tabela 1

Tipo de instalação		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor (mm ²) material
Instalações fixas em geral	Cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 10 Al
		Circuito de força	2,5 Cu 10 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu
	Condutores nus	Circuitos de força	10 Cu 10 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Ligações flexíveis feitas com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu



	Circuitos a extra baixa tensão	0,75 Cu
--	-----------------------------------	---------

Notas:

- a) Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos são admitidas seções de até 0,1 mm².
- b) Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias são admitidas seções de até 0,1 mm².
- c) Os circuitos de tomadas de corrente são considerados como circuitos de força.

Tabela 2 - Seção do condutor neutro, em relação ao condutor fase

Seções de condutores fase (mm ²)	Seção mínima do condutor neutro (mm ²)
de 1,5 a 25 mm ²	mesma seção do condutor fase
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Notas:

- a) Os valores acima são aplicáveis quando os condutores fase e o condutor neutro forem constituídos pelo mesmo metal.
- b) Em nenhuma circunstância o condutor neutro pode ser comum a vários circuitos.

Tipos de Condutores

Trataremos dos condutores para baixa-tensão (0,6 - 0,75 - 1kV).

Em geral os fios e cabos são designados em termos de seu comportamento quando submetidos à ação do fogo, isto é, em função do material de sua isolamento e cobertura. Assim, os cabos elétricos podem ser:

Propagadores da chama

São aqueles que entram em combustão sob a ação direta da chama e a mantém mesmo após a retirada da chama. Pertencem a esta categoria o etileno - propileno (EPR) e o polietileno reticulado (XLPE).

Não-propagadores de chama

Removida a chama ativadora, a combustão de material cessa. Considera-se o cloreto de polivinila (PVC) e o neoprene como não propagadores de chama.

Resistentes à chama

Mesmo em caso de exposição prolongada, a chama não se propaga ao longo do material isolante do cabo. É o caso dos cabos Sintenax Antiflan, da Pirelli, e Noflam BWF 750V, da Siemens.

Resistentes ao fogo

São materiais especiais incombustíveis e que permitem o funcionamento do circuito elétrico mesmo em presença de um incêndio. São usados em circuitos de segurança e sinalizações de emergência.

Vejamos as características principais dos fios e cabos mais comumente usados e que são apresentados de forma resumida em quadros.

Da Pirelli

A Tabela 3 apresenta as características principais dos fios e cabos para baixa-tensão, e a Tabela 4, as recomendações do fabricante quanto às modalidades de instalação aconselháveis para os vários tipos de cabos.

Da Siemens

A Tabela 5 mostra, também de modo resumido, as características dos fios e cabos Siemens para usos comuns em baixa-tensão.

Da FICAP - Fios e Cabos Plásticos do Brasil

Fabrica para baixa-tensão os cabos:

TCW, TCR, 750 V, PVC;

TCB, 750 V, flexíveis (2, 3, 4, condutores);

FIBEP, 0,6/1kV, EPR e PVC;
Cordões flexíveis TWA, 300 V, PVC;
Cabo flexíveis TCB, 750 V, PVC e outros tipos.

Da INBRAC S.A. Condutores Elétricos

Fabrica para baixa-tensão os cabos:
WPP, 750 V, PVC, para instalações aéreas;
PVC, 750 V, antichama;
Vinilplast, 750 V, PVC;
Cordões Inbracord, 300 V;
Cabos plásticos PP, 750 V e outros mais.


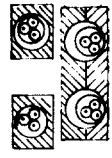
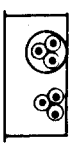



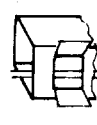

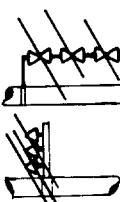
Tabela - Fios e cabos Pirelli

	Nome	Bitola	Tipo	Isolação	Cobertura	Tensão nominal	Classe térmica (°C)		
							Temp. uso contínuo	Temp. sobrecarga	Temp. curto-circ.
Fios e cabos	Plastic super Tipo BWF AntiFlam	Fios até 16 mm ² Cabos até 500 mm ²	Condutor Isolado	PVC	—	450/750V	70	100	160
Cabos	Plastic flex super Tipo BWF AntiFlam	Até 70 mm ²	Condutor Isolado	PVC	—	450/750V	70	100	160
Cabos	Sinenax AntiFlam	Até 1 x 1000 mm ² ou 4 x 300 mm ²	Cabo unipolar Cabo multipolar	PVC	PVC	0,6/1kV	70	100	160
Cabos	Voltalene	Até 1 x 1000 mm ²	Cabo unipolar	XLPE Polietileno Recalcado Termofixo	—	0,6/1kV	90	130	250
Cabos	Voltenax	Até 1 x 1000 mm ² ou 4 x 300 mm ²	Cabo unipolar Cabo multipolar	XLPE ("voltalene")	PVC	0,6/1kV	90	130	250
Cabos	Eprotenax	Até 1 x 1000 mm ² ou 4 x 300 mm ²	Cabo unipolar Cabo multipolar	EPR Etileno Propileno	PVC	0,6/1kV	90	130	250
Cabos	Eproprene	Até 1 x 1000 mm ² ou 4 x 300 mm ²	Cabo unipolar Cabo multipolar	EPR Etileno Propileno	Pireprene	0,6/1kV	90	130	250
Cabos	Cordplast	Até 4 x 10 mm ²	Cabo multipolar	PVC "Pirevini" Flexível	PVC	450/750V	70	100	160
Cabos	Termocoord	Até 4 x 10 mm ²	Cabo multipolar	Composto Termofixo A base de EPR	Composto Elastoplástico Extraflexível	450/750V	90	130	250
Cordões	Plastiflex	Até 2 x 4 mm ²	Cordão	PVC	—	300/300 V	70	100	160
Cabos	Duplast/Triplast	Até 2 x 6 mm ² Até 3 x 6 mm ²	Cabo Multipolar	PVC "Pirevini"	PVC "Pirevini"	450/750 V	70	100	160

Tabela - Instalação de cabos da Pirelli para baixa-tensão

Maneira de instalar	Esquema	Tipo de condutores	Cabos Pirelli	Maneira de instalar	Esquema	Tipo de condutores	Cabos Pirelli
Eletroducto em instalação aparente		Condutores isolados Cabos uni/multipolares	Pirastic antiflam Pirastic-flex antiflam Voltalene Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene	Eletrodutos em canaletas abertas ou ventiladas		Condutores isolados Cabos uni/multipolares	Pirastic antiflam Pirastic-flex antiflam Voltalene Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene
Eletroducto embutido em teto, parede ou piso		Condutores isolados Cabos uni/multipolares	Pirastic antiflam Pirastic-flex antiflam Voltalene Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene	Eletrodutos em canaletas fechadas		Condutores isolados Cabos uni/multipolares	Pirastic antiflam Pirastic-flex antiflam Voltalene Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene
Fixação direta à parede ou teto		Cabos uni/multipolares	Voltenax Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene Duplast/Triplast antiflam	Canaletas abertas ou ventiladas		Cabos uni/multipolares	Voltenax Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene Duplast/Triplast
Molduras, rodapés ou alizares		Condutores isolados uni/multipolares	Sintenax Sintenax-flex	Canaletas fechadas		Cabos uni/multipolares	Voltenax Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene Duplast/Triplast
Bandejas ou prateleiras		Cabos uni/multipolares	Voltenax Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene Duplast/Triplast antiflam	Espaço de construção		Cabos uni/multipolares	Voltenax Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene

Tabela - Instalação de cabos da Pirelli para baixa-tensão

Maneira de instalar	Esquema	Tipo de condutores	Cabos Pirelli	Maneira de instalar	Esquema	Tipo de condutores	Cabos Pirelli
Suportes		Cabos uni/multipolares	Volitalene Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene Duplast/Triplast antiflam	Bloco alvenaria		Cabos uni/multipolares	Volitalene Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene Duplast/Triplast
Calha fechada		Condutores isolados Cabos uni/multipolares	Pirastic antiflam Pirastic-flex antiflam Volitalene Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene	Diretamente enterrado		Cabos uni/multipolares	Volitalene • Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene
Calha aberta		Cabos uni/multipolares	Volitalene • Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene Duplast/Triplast	Eletroduto diretamente enterrado		Condutores isolados Cabos uni/multipolares	Volitalene Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene
Poço		Cabos uni/multipolares	Volitalene • Sintenax antiflam Voltenax Eprotenax Eproprene Duplast/Triplast	Sobre isoladores		Condutores isolados Cabos multiplexados Cabos uni/multipolares	Pirastic antiflam Volitalene Volitalene
				Linha aérea		Condutores isolados Cabos multiplexados Cabos uni/multipolares	Pirastic antiflam Volitalene Volitalene

- Muito embora seja um condutor isolado, possui características que permitem empregá-lo como cabo unipolar
- Admitido apenas se a tampa da calha não puder ser desmontada senão com auxílio de ferramentas

Tabela - Fios e cabos Siemens

		Nome	Tipo	Isolação	Cobertura	Tensão nominal	Classe térmica
Fios e cabos		Neflam BWF 750 em eletrodutos, isoladores, painéis	Conductor isolado fios até 16 mm ² cabos até 500 mm ²	PVC BWF	—	750 V	70°C
Fios		WPP Instalações aéreas expostas	Conductor isolado (não impede a propagação da chama)	PVC	—	750 V	—
Cabos							
Fios		Cabos chumbo BWF 750 (cabos Karchumbo) instalações internas a vista, ao longo de paredes, forros	Conductor isolado até 2 x 10 mm ² e 3 x 10 mm ² Cabo unipolar Cabo multipolar	PVC (70°C)	PVC (BWF)	750 V	80°C
Cabos		Cabos superflex (aparelhos eletrodomésticos)	Conductor isolado até 4 x 10 mm ²	PVC (70°C)	PVC flexível	750 V	80°C
Cabos		Cabo Vinil (Cabos Vinil-Kard) Circuito de alimentação e distribuição em eletrodutos bandejas, ao ar livre	Conductor isolado até 1 x 500 mm ² 2 x 300 mm ² 3 x 300 mm ² 4 x 300 mm ²	PVC (70°C)	PVC tipo ST1	0,6/1 kV	80°C
Cabos		Cabos TPK 105	Conductor isolado até 16 mm ²	PVC (105°C)	—	750 V	105°C

Condutos

Condutos são canalizações ou dispositivos destinados a conter condutores elétricos. podemos dividir os condutos em:

- a) Eletrodutos;
- b) Dutos;
- c) Calhas e canaletas (condutos fechados ou abertos).
- d) Bandejas ou leitos de cabos (condutos abertos).
- e) Molduras, rodapés e alizares.

Estabelece-se que “todos os condutores vivos, inclusive o neutro (se existir) do mesmo circuito devem ser agrupados no mesmo conduto”.

A mesma norma exige que os eletrodutos ou calhas contenham apenas condutores de um único circuito, exceto nos seguintes dois casos:

- a) Quando as quatro condições que se seguem forem simultaneamente atendidas:
 - Todos os condutores sejam isolados para a mesma tensão nominal.
 - Todos os circuitos se originem de um mesmo dispositivo geral de comando e proteção, sem a interposição de equipamentos que transformem a corrente elétrica (transformadores, conversores, retificadores etc.).
 - As seções dos condutores fase estejam dentro de um intervalo de três valores normalizados sucessivos (por exemplo, pode-se admitir que os condutores fase tenham seções de 4, 6 e 10 mm²).
 - Cada circuito seja protegido separadamente contra as sobrecorrentes.
- b) Quando os diferentes circuitos alimentarem um mesmo equipamento, desde que todos os condutores sejam isolados para a mesma tensão nominal e que cada circuito seja protegido separadamente contra as sobrecorrentes. Isto se aplica principalmente aos circuitos de alimentação, de

telecomando, de sinalização, de controle e/ou de medição de um equipamento controlado a distância.

Eletrodutos

São tubos destinados à colocação e proteção de condutores elétricos.

Finalidades

Os eletrodutos tem por finalidade:

- Proteger os condutores contra ações mecânicas e contra corrosão;
- Proteger o meio ambiente contra perigos de incêndio, provenientes do superaquecimento ou da formação de arcos por curto-circuito;
- Constituir um envoltório metálico aterrado para os condutores (no caso de eletroduto metálico), o que evita perigos de choque elétrico;
- Funcionar como condutor de proteção, proporcionando um percurso para a terra (no caso de eletrodutos metálicos).

Classificação

Os eletrodutos podem ser:

- Rígidos;
- Flexíveis, que podem ser curvados à mão.

Material

Quanto ao material de que são constituídos os eletrodutos rígidos, dividem-se em eletrodutos de:

- Aço carbono;
- Alumínio (usado nos Estados Unidos);
- PVC;
- Plástico com fibra de vidro;
- Polipropileno.
- Polietileno de alta densidade.

Proteção contra corrosão

Quanto à proteção dos eletrodutos de aço contra corrosão, a mesma pode ser constituída por:

- Cobertura de esmalte a quente;
- Galvanização ou banho de zinco a quente;

- Cobertura externa de composto asfáltico ou plástico;
- Proteção interna e (ou) externa adicional de tinta epóxica.

Modalidades de instalação e tipos usados

Os eletrodutos podem ser instalados:

- Em lajes e alvenaria: eletrodutos rígidos metálicos ou de plásticos rígidos;
- Enterrados no solo : eletrodutos rígidos não-metálicos ou de aço galvanizado;
- Enterrados, porém embutidos em lastro de concreto: eletrodutos rígidos não-metálicos ou metálicos galvanizados ou revestidos de epóxi;
- Aparentes, fixados por braçadeiras a tetos, paredes ou elementos estruturais: eletrodutos rígidos metálicos ou de PVC rígido;
- Aparentes, em prateleiras ou suportes tipo “mão francesa”: rígidos metálicos e de PVC.
- Aparentes, em locais onde a atmosfera contiver gases ou vapores agressivos: PVC rígidos, por exemplo Tigre da Cia. Hansen Industrial, ou metálicos com pintura epóxica.
- Ligação de ramais de motores e equipamentos sujeitos a vibrações: eletrodutos flexíveis metálicos (conduits) formados por uma fita enrolada em hélice. Podem ser revestidos por uma camada protetora de material plástico quando se teme a agressividade de agentes poluentes ou líquidos agressivos.

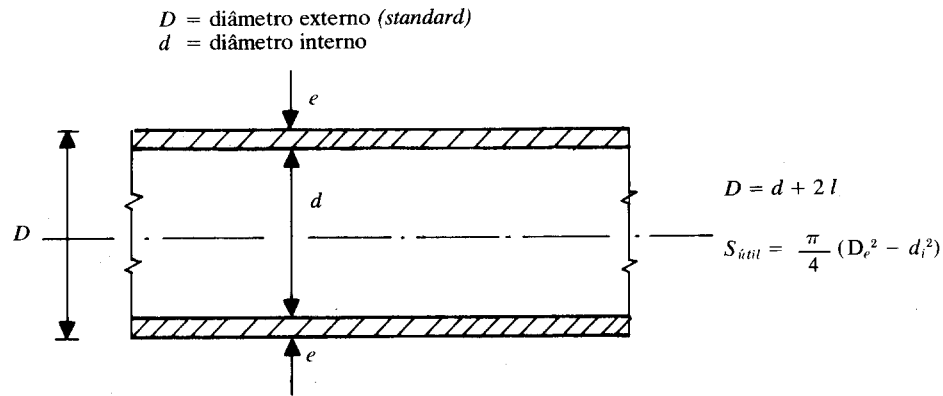
Eletrodutos metálicos rígidos

Os eletrodutos rígidos são vendidos em varas de 3 m de comprimento, rosqueadas nas extremidades, e com uma luva em uma das extremidades. São fabricados nos seguintes tipos:

- a) Leve, esmaltado, denominados eletrodutos comuns, nos tipos Leve I, Leve II e Leve III (LI, LII, LIII) de acordo com a EB-568.
- b) Pesado - de acordo com a EB-341.
- c) Extra - de acordo com a EB-341.
- d) Pesado galvanizado - de acordo com a EB-342.
- e) Leve I galvanizado - de acordo com a EB-568.

O tamanho nominal do eletroduto no caso dos tipos leves LI, LII e LIII refere-se ao diâmetro externo, variando o diâmetro interno

de acordo com a espessura do tubo. No caso dos tubos pesados e extra, segundo a EB-341, existe uma pequena diferença entre ambos.

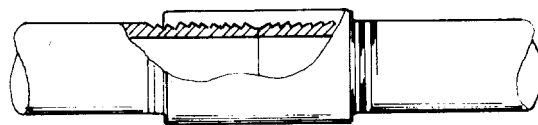


Diâmetros a considerar em um eletroduto

Acessórios dos eletrodutos metálicos

Os eletrodutos interligam caixas de derivação. Para emendar os tubos, mudar a direção e fixá-los às caixas, são empregados os acessórios abaixo descritos:

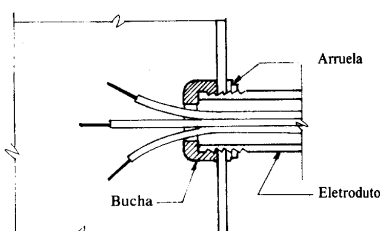
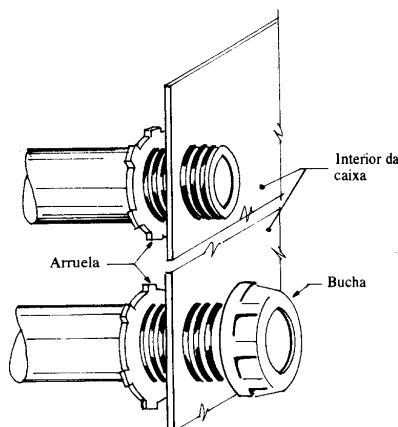
- Luvas - São peças cilíndricas rosqueadas internamente com rosca paralela, usadas para unir dois trechos de tubo, ou um tubo a uma curva. Quando se requer estanqueidade, usam-se luvas com rosca cônica BSP (British Standards Pipe) ou NPT (National Pipe Threads).



- Buchas - São peças de arremate das extremidades dos eletrodutos rígidos, destinadas a impedir que ao serem puxados os condutores durante a enfição o encapamento seja danificado por eventuais rebarbas na ponta do eletroduto. Ficam na parte interna das caixas.



- Porcas - São arruelas rosqueadas internamente e que, colocadas externamente às caixas, completam, com as buchas, a fixação do eletroduto à parede da mesma.



- Curvas - Para diâmetros de 1/2", 3/4" e 1", pode-se curvar o eletroduto metálico a frio em ângulo de deflexão menor que 90° e com o cuidado para que o trecho curvo não fique inaceitavelmente amassado. Para diâmetros maiores que 1", devem-se usar curvas pré-fabricadas, embora em instalações aparentes se usem também estas curvas nos diâmetros menores.

Para raios de curvatura, trechos de tubulação entre caixas ou equipamentos com comprimentos maiores que 15m.

Quando se colocam curvas, este espaçamento fica reduzido de 3m para dada curva de 90°.

Conexões não - rosqueadas

Existem luvas, curvas e buchas que dispensam o rosqueamento do eletroduto para sua adaptação. Há dois tipos principais:

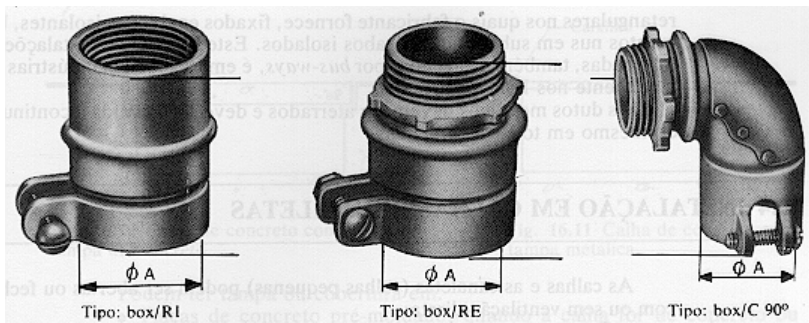
- As peças possuem parafusos para aperto contra o eletroduto.
Ex.: Conexões Unidut da Daisa, de liga de alumínio com 9 a 13 % de silício, em bitolas de 1/2" a 6".

- As peças se adaptam por encaixe e pressão.

Eletrodutos metálicos flexíveis

Também designados por conduits, estes eletrodutos não podem ser embutidos nem utilizados nas partes externas das edificações, em localizações perigosas e de qualquer forma expostos ao tempo. Devem constituir trechos contínuos, não devendo ser emendados por luvas ou soldas. Necessitam ser firmemente fixados por braçadeiras a, no máximo, cada 1,30m e a uma distância de, no máximo 30cm de cada caixa de passagem ou equipamento. Em geral são empregados na instalação de motores ou de outros aparelhos sujeitos a vibração ou que tenham necessidade de ser deslocados de pequenos percursos ou em ligações de quadros de circuitos.

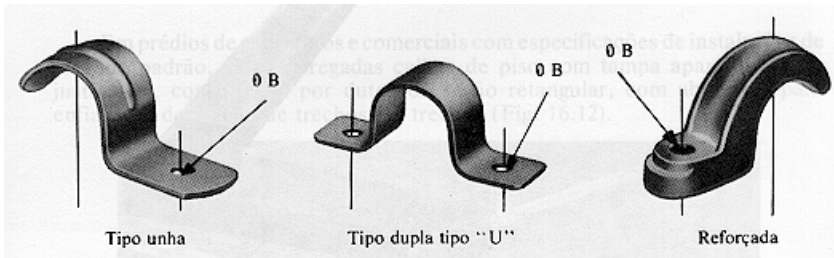
Para se fixar um conduit em um eletroduto, usa-se o box reto interno, e para fixá-lo a uma caixa, usa-se o box reto externo ou box curvo.



Os conduits flexíveis podem ser curvados, mas o raio deverá ser maior que 12 vezes o diâmetro externo dos mesmos.

Os conduits, como aliás os eletrodutos rígidos, podem ser fixados a paredes, tetos ou outros elementos estruturais por meio de braçadeiras.

Na figura abaixo vemos as braçadeiras de ferro modular galvanizadas tipo “unha”, tipo “dupla” e “reforçada”, de fabricação de Blinda Eletromecânica Ltda.



Instalação em Dutos

Os dutos são tubos destinados à condução de cabos, em geral, quando estes devam ficar enterrados. Podem ser de cerâmica vitrificada, amianto-cimento, PVC rígido ou de outros materiais resistentes e impermeáveis.

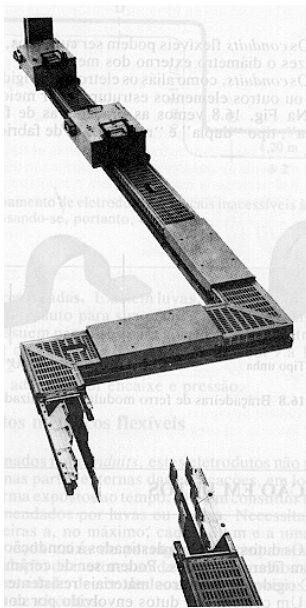
Um conjunto de dutos envolvido por concreto constitui um “leito de dutos”. A fixação dos dutos realiza-se através de caixas de enfição ou passagem. Estas caixas devem ser também instaladas nas mudanças de direção. Também se designam com o nome de dutos para barramento (bus-duct) os dutos metálicos retangulares nos quais o fabricante fornece, fixados em blocos isolante, barramentos nus em substituição a cabos isolados. Este sistema de instalações pré-fabricadas, também designadas por bus-ways, é empregado em indústrias, principalmente nos Estados Unidos.

Os dutos metálicos devem ser aterrados e deve ser mantida a continuidade do mesmo em todas as emendas.

Instalação em calhas e canaletas

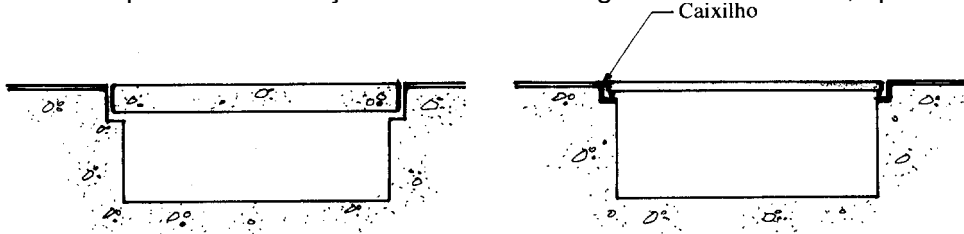
As calhas e as canaletas (calhas pequenas) podem ser abertas ou fechadas, com ou sem ventilação direta:

- De concreto ou alvenaria com reboco impermeável.
- De chapa dobrada ou liga de alumínio fundido, colocadas em lajes ou alvenaria.



Canalizações elétricas Canalis de 1.000 a 4.300 A, modelo KG, da Télémecanique,

para transporte e distribuição de correntes de grande intensidade, tipo bus-duct.



Calha de concreto ou cobertura com tampa de concreto

Calha de concreto com tampa metálica

Podem ter tampa ou cobertura em:

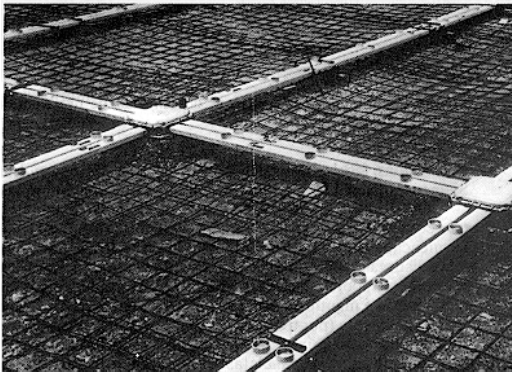
- Placas de concreto pré-moldado, quando a calha for de concreto ou alvenaria, fechada.
- Placas de ferro fundido, ou chapas de aço doce devidamente pintadas com tinta antiferrugem.
- Placas do material da própria calha, simplesmente colocadas ou parafusadas.
- Grades para permitir melhor ventilação.

Os cabos colocados em calhas devem ter isolamento que não fique comprometido por eventual umidade ou água que eventualmente infiltre pela junção com a tampa. Não devem ser colocados em locais onde, pelo piso, possa escorrer líquido agressivo decorrente de algum processo ou operação industrial.

Nas calhas, podem ser colocados cabos ou eletrodutos contendo cabos. Para impedir o contato de algum líquido com os cabos, podem-se usar prateleiras no interior da canaleta e sempre prever a possibilidade de drenagem da mesma.

Calhas e Piso

Em prédios de escritórios e comerciais com especificações de instalações de elevador padrão, são empregadas calhas de piso com tampa aparafusada ou justaposta, constituídas por dutos de seção retangular, com aberturas para enfição e derivação de trechos em trechos.



Colocação de calhas de piso na laje, antes de sua concretagem

Canaletas
São construídas em chapa de aço zincado e têm comprimento padrão de 2,6 m.

Tipo	Dimensões nominais (mm)
5 VRO 2530	25 × 30 × 2600
5 VRO 2560	25 × 60 × 2600
5 VRO 3560	35 × 60 × 2600

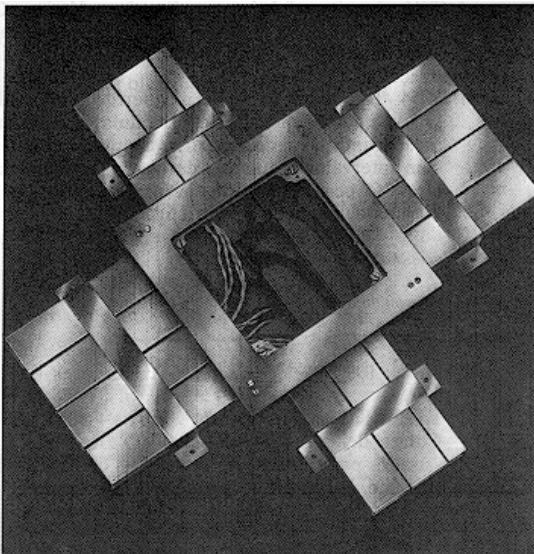
Detalhe de Instalação
É ainda possível deixar as caixas de saída individualizadas "escondidas" sob o carpete, instalando-se no seu interior, apenas onde e quando necessário, a placa-suporte de aparelhos e sobre o acabamento do piso (carpete, paviflex, etc.) a moldura com tampa basculante.

Labels in diagram: Curva, Braçadeira-Canaleta, Caixa de distribuição, Moldura com tampa de mola, Placas-suporte de aparelhos, Carpete, Caixas de saída: Sob o carpete, Completa para uso, Canaleta, Braçadeira, Fixação, Laje, Contrapiso.

Sistema SIK da Siemens de canaletas de piso com caixas de saída simples para tomadas de piso.

Alguns fabricantes designam o sistema como canaletas (Sistema SIK, da Siemens; Sistema X, da PIAL Legrand; Canaletas Dutoplast) ou como dutos.

O Sistema SIK permite a execução no piso de uma linha geral de alimentação com até quatro sistemas independentes (fiação elétrica, telefonia, intercomunicação e telex), separados rigidamente entre si por divisões formando canaletas distintas. As canaletas e caixas em chapa de aço galvanizado são montadas diretamente sobre a laje e embutidas no contrapiso (enchimento). Nas caixas de distribuição é mantida a separação intersistemas, a qual é feita por acessórios de material isolante (pontes de cruzamento e cantoneiras de separação) As saídas individualizadas (caixas de onde saem os fios para os aparelhos) são montadas diretamente sobre as canaletas. Elas possuem tampa cega, que evita a penetração de corpos estranhos durante a concretagem. Após a colocação do carpete, instala-se a placa-suporte de aparelhos e, em seguida, a moldura com tampa basculante para fazer o acabamento da caixa com o carpete. No caso de se querer “eliminar um ponto de saída,” basta retirar a moldura com tampa de mola e substituí-la por uma tampa cega recoberta por um pedaço do material de acabamento do piso.

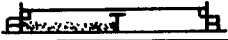
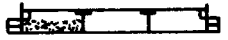
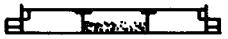



Caixa 5 VRO 2300, sistema SIK da Siemens cruzamento em X com três sistemas, usando caixa de saída múltipla.

Ao se pretender, por exemplo, modificar um ponto de saída elétrico de tomada monofásica para tomada monofásica com pólo de terra, basta trocar a placa-suporte de aparelhos, que é fixada por dois parafusos.

A Tabela 9 indica o número de condutores elétricos que as calhas e dutos comportam.

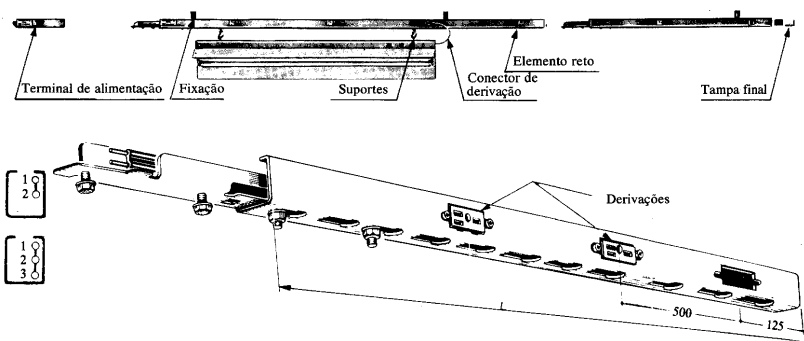
Tabela 9 - Norma utilizada: NEC - (National Electric Code - U.S.A.)

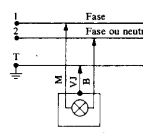
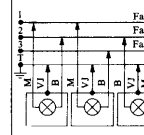
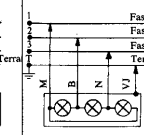
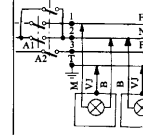
Número de condutores elétricos admissíveis por seção										
Modelos dos perfis de alumínio	Área mm ²	Bitola dos condutores (A.W.G.)								
		6	8	10	12	14	16	18	20	
2-D 	1626,22	15	25	44	60	76	98	122	143	
3-D 	1005,22	9	15	27	37	47	60	75	88	
		1161,84	11	18	32	43	54	70	87	102
80-M 	1760,00	16	27	48	65	82	106	132	155	

A Télémecanique fabrica canalizações elétricas Canalis, no interior das quais já vêm instalados os condutores ou barramentos, para alimentação de aparelhos de iluminação, motores e quadros de distribuição. Os tipos principais de canalizações Canalis são:

- a) KB4 40A. Compõe-se de um perfil de aço galvanizado em forma de U, no qual é colocado, contra uma face lateral, um cabo isolado de seção chata com dois ou três condutores + terra. O cabo apresenta, com intervalos regulares, derivações embutidas em aberturas retangulares. O perfil comporta, na parte inferior, perfurações em forma de "botoeiras", que permitem a ligação dos elementos entre si e a suspensão dos aparelhos de iluminação. Os conectores para derivações são para 10 A e 380 V.
- b) KJ4 : 40 A e
KJ6 : 63 A - três ou quatro condutores + terra. Conectores: 20A - 500 V.
- c) KM3 : 63 A e
KM5 : 100 A - três ou quatro condutores + terra. Conectores: 40 A - 500 V.
- d) KU1 a KU7, de 160 A até 700 A - três a quatro condutores + terra. Cofres: de 85 A a 315 A - 500 V.

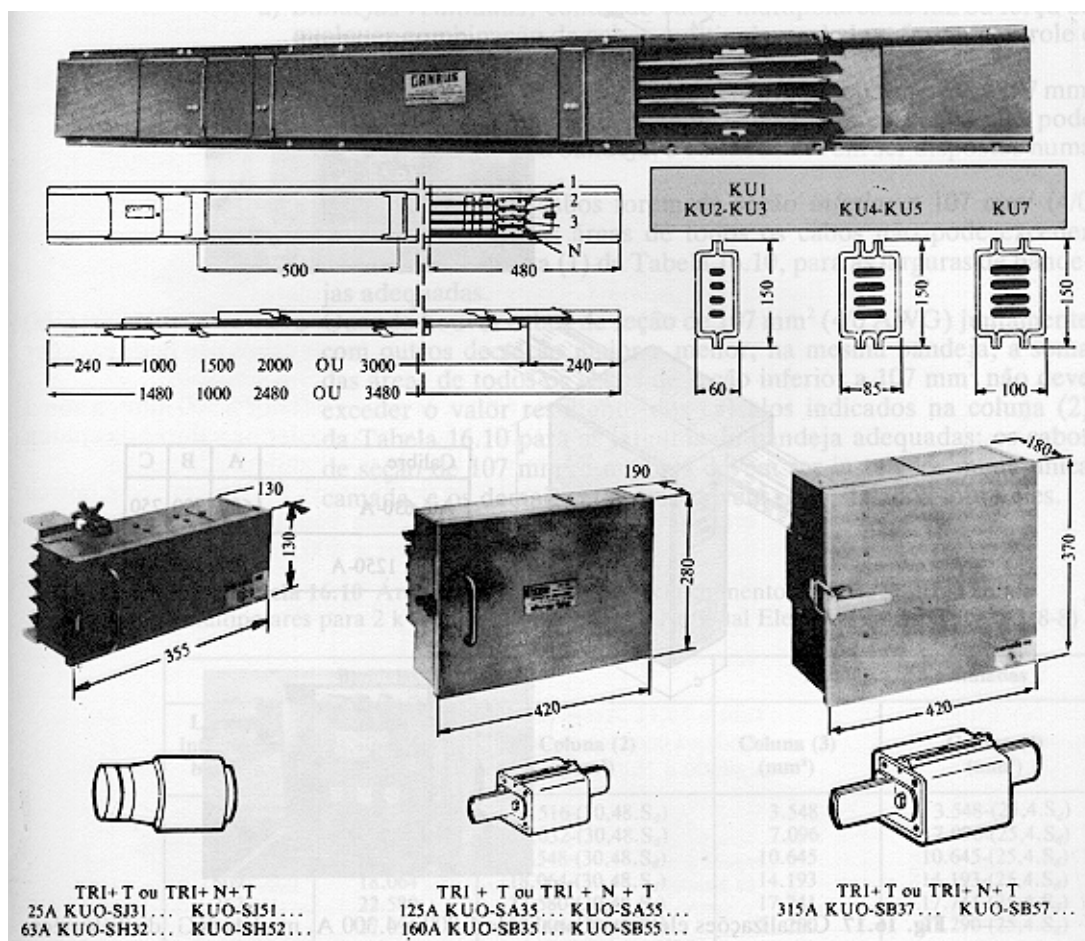
São usados para instalações industriais de média potência. Podem ser considerados como bus-ducts de pequena e média capacidades. A derivação do duto para uma ramificação se faz em um cofre, no qual são colocados fusíveis Diazed até 63 A e NH acima de 63 A.



Tipo	Canalização 2 condutores		Canalização 3 condutores	
	Função	Equilíbrio sobre 3 linhas	Equilíbrio obtido sobre cada linha	Luminária de 3 tubos
Esquema				
Cor	Preto	Preto - Marron - Azul	Branco	Preto - Azul

Canalizações elétricas KB4 40 A Canalis, da Télémecanique, para iluminação de prédios industriais, administrativos e comerciais.

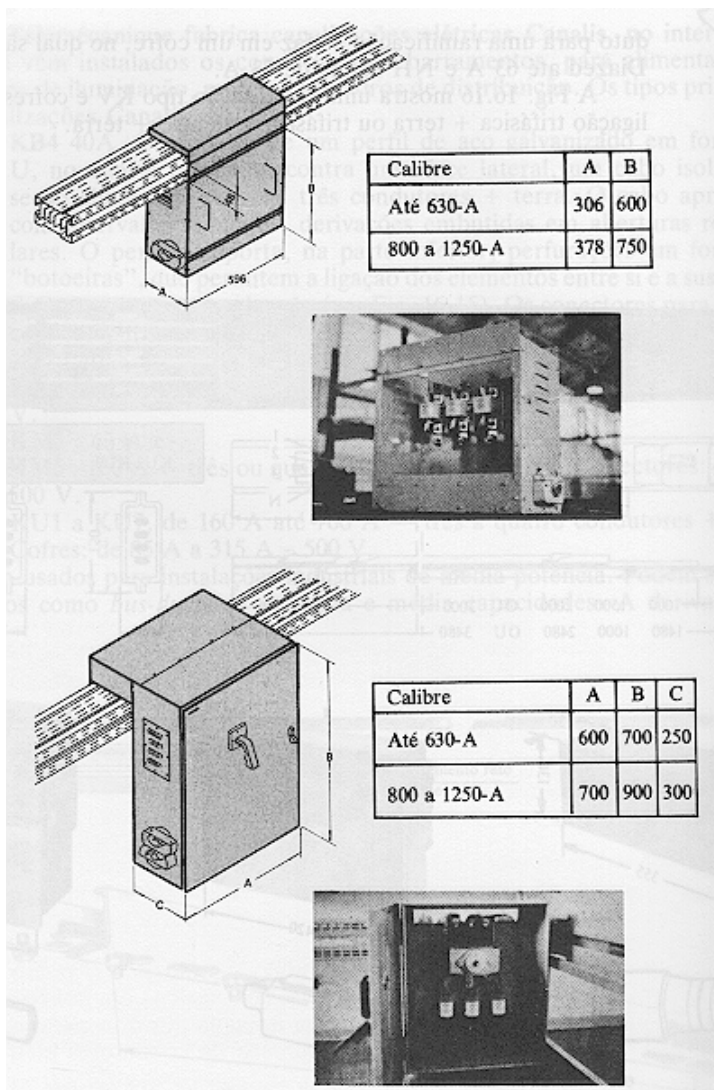
A figura abaixo mostra uma canalização tipo KV e cofres para derivação com ligação trifásica + terra ou trifásica + neutro + terra.



Canalizações elétricas Canais de 160 até 700 A, modelo KU1 e KU7, da Télemecanique, para instalações industriais de média potência.

e) KG, de 1.000 A a 4.300 A - três a quatro condutores + terra ou tripolar + neutro + terra.

Conforme a intensidade da corrente, o barramento pode ser constituído por uma, duas, três ou quatro barras por fase. Para derivações são adaptados cofres, com dispositivos fusíveis de proteção tipo NH. Este modelo corresponde ao bus-ducts para grande capacidade de condução de corrente.



Canalizações elétricas Canalis de 1.00 a 4.300 A, modelo KG, da Télemecanique, para transporte e distribuição de correntes de grandes intensidades, vendo-se os cofres de distribuição.

Bandejas

As bandejas ou leito de cabos são prateleiras rígidas sobre as quais são colocados os cabos, de modo a serem facilmente alcançados. Em geral são de chapa de aço ou de alumínio, podendo eventualmente ser de amianto-cimento reforçado ou mesmo constituídas por uma prateleira de concreto armado.

A NBR-5410 determina que a instalação em bandejas só seja utilizada em estabelecimentos industriais ou comerciais em que

a manutenção seja sistemática e executada por “pessoas advertidas ou qualificadas”. Os cabos que podem ser colocados em prateleiras são isolados e com cobertura. Deve haver, acima da bandeja ou prateleira, espaço suficiente para que seja feita a instalação e manutenção dos cabos. Os cabos devem ser dispostos, de preferência, em uma só camada e fixados convenientemente à estrutura da bandeja.

Prescrições do National Electrical Code quanto ao uso de bandejas.

1. Cabos multipolares. Tensão nominal de até 2kV.

a) Bandejas ventiladas, contendo cabos multipolares de luz ou força ou qualquer combinação de cabos multipolares de luz, força, controle e sinalização:

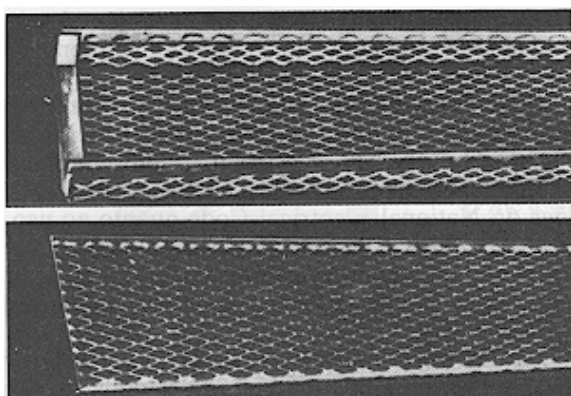
- Quando todos os cabos forem de seção igual ou superior a 107 mm² (4/0 AWG), a soma dos diâmetros de todos os cabos não pode exceder a largura da bandeja, e os cabos devem ser dispostos numa única camada.
- Quando todos os cabos forem de seção inferior a 107 mm² (4/0 AWG), a soma das áreas de todos os cabos não pode exceder os valores da coluna (1) da Tabela 10, para as larguras de bandejas adequadas.
- Quando houver cabos de seção de 107 mm² (4/0 AWG) juntamente com outros de seção maior e menor, na mesma bandeja, a soma das áreas de todos os cabos de seção inferior a 107 mm² não deve exceder o valor resultante dos cálculos indicados na coluna (2) da Tabela 10 para as larguras de bandeja adequadas; os cabos de seção de 107 mm² e maiores devem ser instalados numa única camada, e os demais cabos não devem ser instalados sobre eles.

Tabela 10 - Áreas permissíveis para preenchimento de bandejas com cabos multipolares para 2 kV ou menos, segundo o National Electrical Code.

Bandejas ventiladas			Bandejas não ventiladas	
Largura interna da bandeja (mm)	Coluna (1) (mm ²)	Coluna (2) (mm ²)	Coluna (3) (mm ²)	Coluna (4) (mm ²)
152	4.516	4.516-(30,48.S _d)	3.548	3.548-(25,4.S _d)
304	9.032	9.032-(30,48.S _d)	7.096	7.096-(25,4.S _d)
457	13.548	13.548-(30,48.S _d)	10.645	10.645-(25,4.S _d)
609	18.064	18.064-(30,48.S _d)	14.193	14.193-(25,4.S _d)
762	22.580	22.580-(30,48.S _d)	17.741	17.741-(25,4.S _d)
914	27.096	27.096-(30,48.S _d)	21.290	21.290-(25,4.S _d)

Nota: S_d é a soma dos diâmetros (em mm) de todos os cabos de seção 107 mm² (4/0 AWG) ou maiores (cabos multipolares)

- b) Quando uma bandeja ventilada, com profundidade útil igual ou inferior a 50 mm, contiver apenas cabos multipolares de controle e/ou sinalização, a soma das áreas de todos os cabos não deve exceder a 50% da área útil da bandeja. A profundidade de 150 mm deve ser usada para o cálculo da área útil de qualquer bandeja que possua profundidade útil superior a 150 mm, e a área do cabo não poderá exceder a 1.438 mm² em bandejas com 76 mm de largura, ou 2.903 mm², em bandejas com 101 mm de largura.



Bandeja ventilada, com tampa também ventilada.

2. Cabos unipolares. Tensão nominal até 2kV

a) Bandejas ventiladas, contendo cabos unipolares:

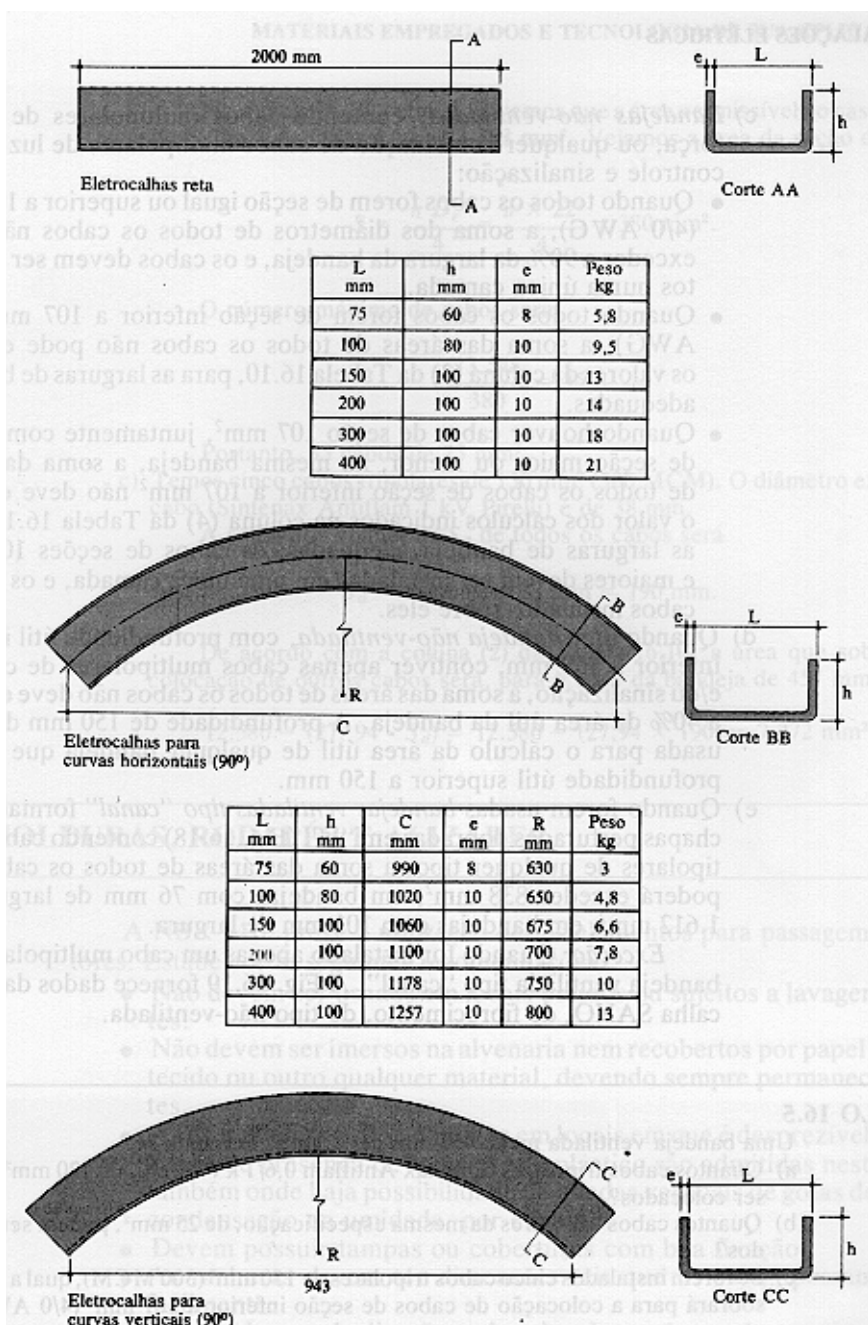
- Quando todos os cabos forem de seção de 500 mm² (1.000.000 CM) ou maior, a soma dos diâmetros de todos os cabos não pode exceder à largura da bandeja.
- Quando todos os cabos forem de seção inferior a 500 mm², a soma das áreas de todos os cabos não pode exceder os valores da coluna (1) da Tabela 11, para as larguras de bandejas adequadas.
- Quando houver cabos de seção de 500 mm², juntamente com outros de seção maior ou menor, na mesma bandeja, a soma das áreas de todos os cabos de seção inferior a 500 mm² não deve exceder o valor resultante dos cálculos indicados na coluna (2) da Tabela 11, para as larguras de bandeja indicadas.

Tabela 11 - Áreas permissíveis de preenchimento de bandejas com cabos unipolares para 2 kV ou menos, segundo o National Electrical Code.

Bandejas ventiladas		
Largura interna da bandeja (mm)	Coluna (1) (mm ²)	Coluna (2) (mm ²)
152	4.193	4.193-(27,94.S _d)
304	8.387	8.387-(27,94.S _d)
457	12.580	12.580-(27,94.S _d)
609	16.774	16.774-(27,94.S _d)
762	20.967	20.967-(27,94.S _d)
914	25.161	25.161-(27,94.S _d)

Nota: S_d é a soma dos diâmetros (em mm) de todos os cabos de seção 500 mm² (1.000.000 CM) ou maiores (cabos unipolares)

- b) Quando uma bandeja ventilada, com profundidade útil igual ou inferior a 100 mm, contiver cabos unipolares, a soma dos diâmetros de todos os cabos não deve exceder à largura interna da bandeja.



Eletrocalha Sano em fibrocimento, para sustentação e condução de cabos de energia elétrica e telefônicos etc., em indústrias, ferrovias túneis, centrais elétricas e em edificações onde se façam necessários o suporte e a condução de cabos atingindo grandes distâncias.

- c) Bandejas não ventiladas, contendo cabos multipolares de luz ou força, ou qualquer combinação de cabos multipolares de luz, força, controle e sinalização:
- Quando todos os cabos forem de seção igual ou superior a 107 mm^2 (4/0 AWG), a soma dos diâmetros de todos os cabos não deve exceder a 90% da largura da bandeja, e os cabos devem ser dispostos numa única camada.
 - Quando todos os cabos forem de seção inferior a 107 mm^2 (4/0 AWG), a soma das áreas de todos os cabos não pode exceder os valores da coluna (3) da Tabela 10, para as larguras de bandeja adequadas.
 - Quando houver cabos de seção 107 mm^2 , juntamente com outros de seção maior ou menor, na mesma bandeja, a soma das áreas de todos os cabos de seção inferior a 107 mm^2 não deve exceder o valor dos cálculos indicados na coluna (4) da Tabela 10, para as larguras de bandeja adequadas; os cabos de seções 107 mm^2 e maiores devem ser instalados em uma única camada, e os demais cabos instalados sobre eles.
- c) Quando uma bandeja não ventilada, com profundidade útil igual ou inferior a 150 mm, contiver apenas cabos multipolares de controle e/ou sinalização, a soma das áreas de todos os cabos não deve exceder a 40 % da área útil da bandeja. A profundidade de 150 mm deve ser usada para o cálculo da área útil de qualquer bandeja que possua profundidade útil superior a 150 mm.
- d) Quando forem usadas bandejas ventiladas tipo “canal” formadas por chapas perfuradas dobradas em “U”, contendo cabos multipolares de qualquer tipo, a soma das áreas de todos os cabos não poderá exceder 838 mm^2 , em bandejas com 76 mm de largura, ou 1.616 mm^2 , em bandejas com 101 mm de largura.

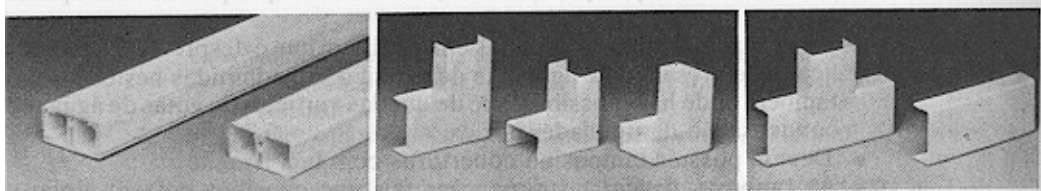
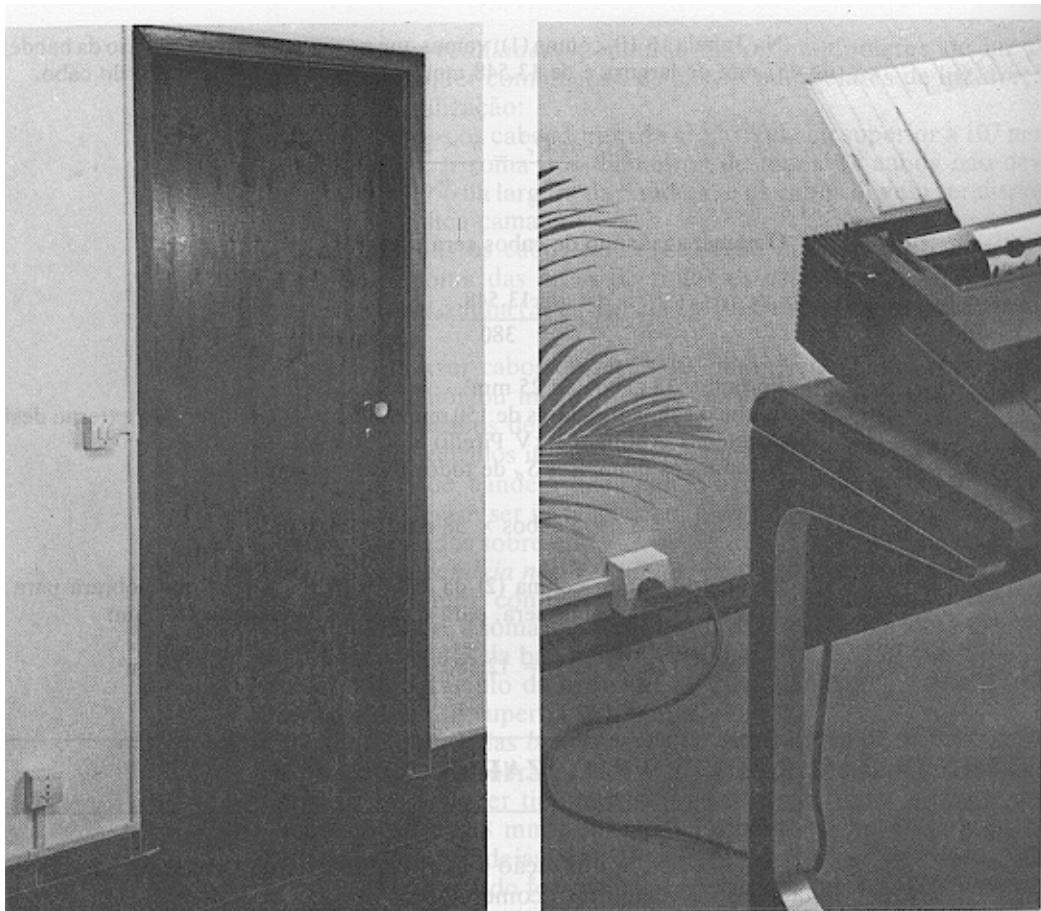
Exceção: Quando for instalado apenas um cabo multipolar numa bandeja ventilada tipo “canal”. A figura anterior fornece dados da eletrocalha SANO, de fibrocimento, do tipo não ventilada.

Molduras, Rodapés e Alizares

A NBR-5410 prevê a utilização destes elementos para passagem de condutores. Estabelece as seguintes recomendações:

- Não devem ser usados em locais úmidos ou sujeitos a lavagens freqüentes.
- Não devem ser imersos na alvenaria nem recobertos por papel de parede, tecido ou outro qualquer material, devendo sempre permanecer aparentes.
- As de madeira só são admitidas em locais em que é desprezível a probabilidade de presença de água. As de plástico são admitidas nestes locais e também onde haja possibilidade de quedas verticais de gotas de água, por condensação de umidade, por exemplo.
- Devem possuir tampas ou coberturas com boa fixação.
- As ranhuras devem ter dimensões tais que os cabos possam alojar-se facilmente.
- Nas mudanças de direção os ângulos das ranhuras devem ser arredondados.
- Uma ranhura só deverá conter cabos de um mesmo circuito, os quais devem ser isolados.
- Os cabos devem ser contínuos, sendo as emendas e derivações realizadas em caixas especiais.
- As molduras, rodapés e alizares não devem apresentar qualquer descontinuidade ao longo do comprimento que possa comprometer a proteção mecânica dos cabos.

A PIAL Indústria e Comércio Ltda. fabrica o sistema X de sobrepor, constituído por dutos ou canaletas de pequenas dimensões que são aplicados às paredes, junto aos rodapés, alizares e molduras, como se pode observar nas figuras abaixo.



308.01

308.00

308.90

308.91

308.92

308.93

308.94

Canaletas

308.00 20 × 10 × 2200 mm c/tampa articulada

308.01 20 × 10 × 2200 mm c/tampa separada

Mata-juntas para canaletas

309.90 cotovelo 90°

309.91 cotovelo interno

309.92 cotovelo externo

309.93 T

309.94 luva

Sistema X PIAL Legrand de canaletas de sobrepor, em PVC.

Espaços de construção e poços para passagem de cabos

Espaços de construção são os espaços entre tetos e soalhos, exceto os tetos falsos desmontáveis e as paredes constituídas por elementos ocios (lajota, blocos de concreto) mas que não são projetados para, por justaposição, formar condutos para a passagem de instalações elétricas.

Podem ser utilizados cabos isolados em eletrodutos ou cabos uni- ou multipolares nos espaços de construção ou poços (shafts) sob qualquer forma normalizada de instalação desde que:

- a) Possam ser enfiados ou retirados sem intervenção nos elementos de construção do prédio.
- b) Os eletrodutos utilizados sejam estanques e não propaguem a chama.
- c) os cabos instalados diretamente, isto é, sem eletrodutos, nos espaços de construção ou poços, atendam às prescrições da NBR-5410 referentes às instalações abertas.

A área ocupada pela instalação, com todas as proteções incluídas, deve ser igual ou inferior a 25% da seção do espaço de construção ou poço utilizado. Os poços de elevadores não devem ser utilizados para a passagem de instalações elétricas, com exceção dos circuitos de controle do elevador.

Instalações sobre isoladores

A instalação de condutores sobre isoladores dentro de edificações deve ser limitada aos locais de serviço elétrico (como barramentos) e a utilizações industriais específicas (por exemplo, para a alimentação de equipamentos para elevação e transporte de carga), sendo proibida em locais residenciais, comerciais e de acesso a pessoas inadvertidas, de um modo geral.

A NBR-5410 permite que nas instalações sobre isoladores sejam utilizados nos seguintes materiais:

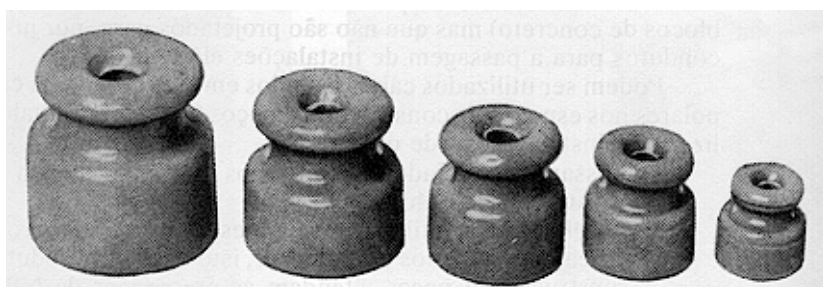
- Barras ou tubos.
- Cabos nus ou isolados.
- Cabos isolados reunidos em feixe.

Para o dimensionamento de barramentos nus instalados sobre isoladores, devem ser obedecidas as seguintes prescrições:

- a) Os tubos ou barras devem ser instalados de forma que as tensões provenientes dos esforços eletrodinâmicos sejam menores do que a metade da tensão de ruptura do material de que sejam constituídos.
- b) A distância entre barras, tubos ou grupos de barras ou tubos correspondentes a diferentes fases e entre estes e as estruturas de montagem deve ser tal que, quando ocorrerem as flechas máximas provenientes dos esforços eletrodinâmicos, os valores das distâncias não sejam inferiores a 6 cm para tensões até 300 V e 10 cm para tensões superiores.
- c) Quando em paralelo, as barras do feixe devem conservar entre si espaçamento igual ou superior à sua espessura. Este espaçamento deve ser feito através de calço do mesmo material e de forma quadrangular.

Quando forem usados cabos nus sobre isoladores, devem ser obedecidas as seguintes prescrições:

- a) Os cabos nus devem ser instalados a pelo menos 10 cm das paredes, tetos ou outros elementos condutores.
- b) Se os condutores tiverem que atravessar paredes ou solos, isto deve ser feito por meio de buchas de passagem ou de dutos de material isolante; neste último caso, utiliza-se um duto por condutor, e a distância entre os condutores deve ser a mesma que a adota para os condutores fora da travessia.

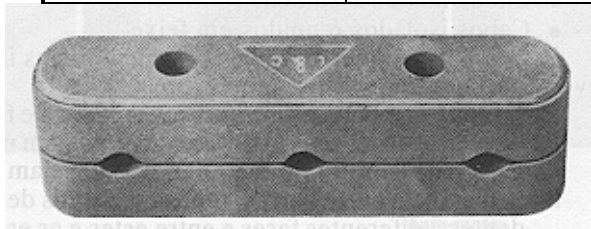


“Roldanas” de porcelana branca, Lorenzetti.

- c) A distância mínima entre cabos nus de polaridade diferente deve atender aos valores da Tabela 12.

Vão (m)	Afastamento mínimo entre cabos nus (m)
menor ou igual a 4	0,15
entre 4 e 6	0,20

entre 6 e 15	0,25
maior que 15	0,35



“Cleats” de porcelana sem vidração, Lorenzetti.

Instalações em linhas aéreas

As linhas aéreas são linhas exteriores aos prédios, executadas para operar em caráter permanente ou temporário.

A NB-5410 prescreve: “Os condutores devem ser isolados”.

São ainda definidas as seguintes prescrições:

- Os condutores, em vãos de até 15 m, devem ter uma seção superior a 4 mm², e em vãos de mais de 15 m, uma seção superior a 6 mm². Podem também ser empregados condutores de menor seção desde que presos a fio ou cabo mensageiro com resistência mecânica adequada. Em qualquer caso, o espaçamento dos suportes deve ser igual ou inferior a 30 m.

Quando forem instaladas diversas linhas de diferentes tensões em diferentes níveis de uma mesma posteação:

- a) Os circuitos devem ser dispostos por ordem decrescente de suas tensões de serviço, a partir do topo dos postes.
- b) Os circuitos para telefonia, sinalização e semelhantes devem ficar em nível inferior ao dos condutores de energia.
- c) A instalação dos circuitos em postes ou em outras estruturas deve ser feita de modo a permitir o acesso aos condutores mais altos com facilidade e segurança, sem intervir com os condutores situados nos níveis mais baixos.
- d) Os afastamentos verticais mínimos entre circuitos devem ser a:
 - 1,00 m entre circuitos de alta-tensão (entre 15.000 V e 38.000 V) e de baixa-tensão.
 - 0,80 m entre circuitos de alta-tensão (até 15.000 V) e de baixa-tensão.
 - 0,60 m entre circuitos de baixa-tensão.

- 0,60 m entre circuitos de baixa-tensão e circuitos de telefonia, sinalização e congêneres.

As alturas mínimas dos cabos em relação ao solo deverão ser de:

- 5,50 m, em locais acessíveis a veículos pesados.
- 4,00 m, em entradas de garagens residenciais, estacionamentos ou outros locais não acessíveis a veículos pesados.
- 3,50 m, em locais acessíveis apenas a pedestres.
- 4,50 m, em áreas rurais (cultivadas ou não).

Os cabos devem ficar fora do alcance de janelas, sacadas, escadas, saídas de incêndio, terraços ou locais análogos e atender às condições seguintes:

- a) Estar a uma distância horizontal ou superior a 1,20 m; ou
- b) Estar acima do nível superior de janelas; ou
- c) Estar a uma distância vertical igual ou superior a 2,50 m acima do solo de sacadas, terraços ou varandas; ou
- d) Estar a uma distância igual ou superior a 0,50 m abaixo do solo de sacadas, terraços ou varandas.

Se a linha aérea passar sobre uma zona acessível da edificação, deve ser obedecida a altura mínima de 3,50 m. As emendas e derivações devem ser feitas as distâncias iguais ou inferiores a 0,30 m dos isoladores.

Como suporte para os isoladores, podem ser utilizadas paredes de edificações, não sendo permitida a utilização de árvores, canalizações de qualquer espécie ou elementos de pára-raios.

Os vãos devem ser calculados em função da resistência mecânica dos condutores e das estruturas de suporte, não devendo os condutores ficar submetidos, nas condições consideradas mais desfavoráveis de temperatura e vento, a esforços de tração maiores do que a metade da respectiva carga de ruptura; além disto, os vãos não devem exceder:

- a) 10,00 m em cruzetas ao longo de paredes;
- b) 30,00 m nos demais casos.

Instalações enterradas

São admitidas para instalações diretamente enterradas:

- a) Cabos armados e com proteção de estanqueidade sob a armadura
- b) Cabos sem armadura mas possuindo uma proteção espessa, desde que sejam tomadas as seguintes precauções:
 - Seja prevista uma proteção mecânica, independente, contra choques de ferramentas.
 - Em terrenos não estabilizados, a seção do cabo seja igual ou superior a 6 mm².
 - Em terrenos freqüentemente inundados ou quando a vala tiver efeito de dreno, os cabos possuam uma capa de chumbo.

A Pirelli indica, como cabos que podem ser colocados enterrados diretamente no solo, os dos seguintes tipos:

Sintenax (isolação, enchimento e cobertura de PVC)

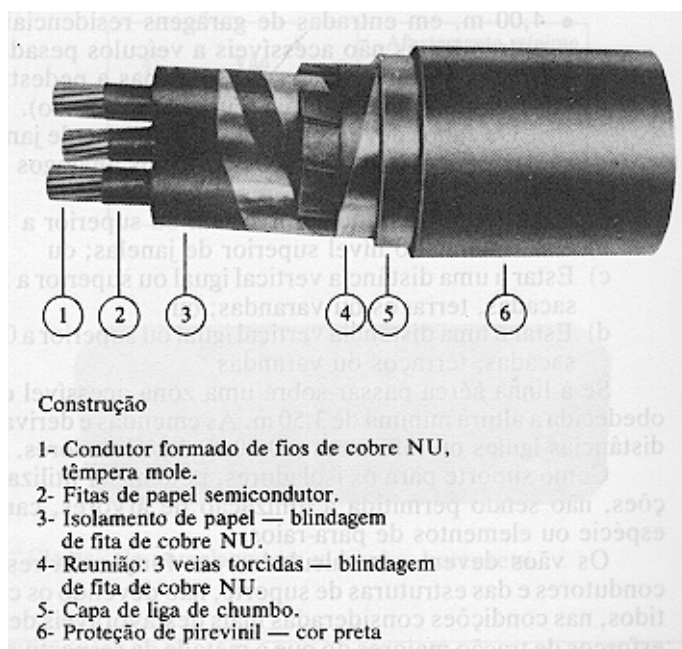
Voltenax (isolação: XLPE - Voltalene); cobertura PVC

Eprotenax (borracha EPR - etileno-propileno); cobertura de PVC

Eproprene (borracha EPR e Neoprene).

Quando forem utilizados cabos que não atendam às prescrições acima, estes devem ser instalados dentro de dutos ou eletrodutos.

Dentro de um mesmo duto ou eletroduto só é permitida a instalação de cabos de um mesmo circuito.



Cabo Pirelli para 15.000 V e 25.000 V com proteção de chumbo e plástico.

Quando o solo, devido à sua natureza, for suscetível de provocar uma ação química prejudicial, devem-se instalar os cabos dentro de dutos ou eletrodutos estanques ou utilizar cabos com capa de PVX ou policloroprene.

Os cabos devem estar a uma profundidade de, no mínimo:

- a) 60 cm, quando diretamente enterrados;
- b) 15 cm, quando dentro de eletrodutos rígidos metálicos; e
- c) 30 cm, quando dentro de dutos ou eletrodutos rígidos isolantes.

Observação:

1. Podem-se reduzir as dimensões acima de 15 cm quando houver uma camada de concreto de, no mínimo, 5 cm por cima da instalação.
2. As exigências acima não são aplicáveis a cabos ou condutos que passem por baixo de um prédio ou pavimentação de concreto de mais de 10 cm de espessura que se estenda lateralmente a pelo menos 15 cm além da instalação subterrânea.
3. Cabos de circuitos domésticos, com dispositivos de proteção contra sobrecorrentes de corrente nominal igual ou inferior a 32 A, podem ser enterrados a 30 cm de profundidade, no mínimo.

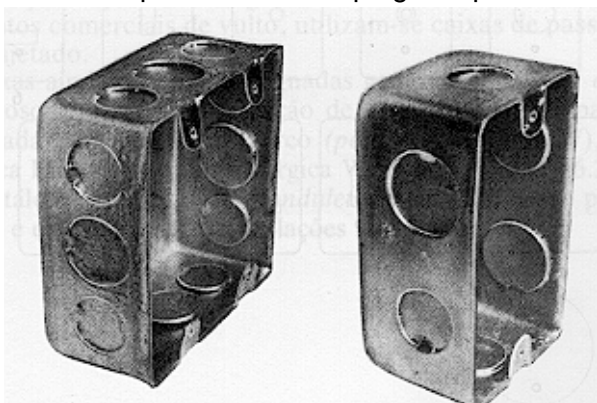
Quando uma instalação elétrica enterrada cruzar com uma outra, ou com tubulação de água, de hidrocarbonetos, de gás, de ar comprimido ou de vapor, igualmente enterrados, o afastamento mínimo entre seus pontos mais próximo deve ser de 0,20 m.

A transição de linha aérea para subterrânea, ou vice-versa, deve ser feita através de eletrodutos rígidos, que devem se estender desde abaixo do nível do solo até uma altura de 2,40 m.

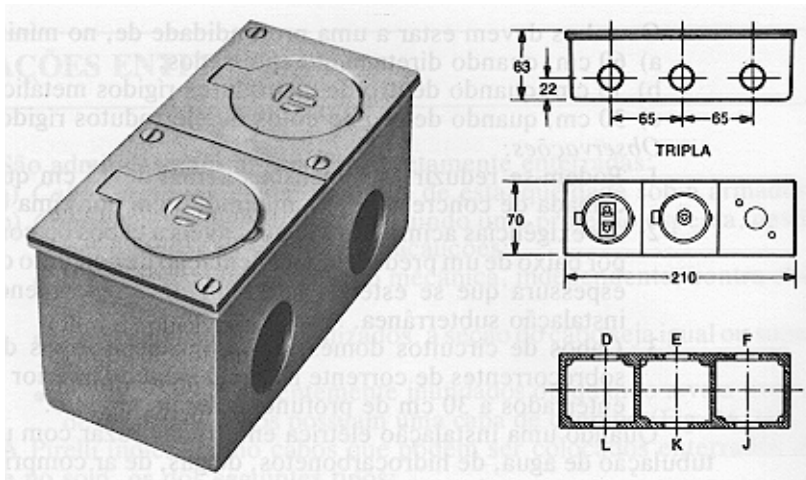
Caixas de derivação de embutir

As caixas em instalações elétricas podem ter várias finalidades, conforme sejam usadas como:

- Caixa de enfição ou passagem.
- Caixa para interruptor ou tomada em parede.
- Caixa para centro de luz no teto.
- Caixa para botão de campainha ou ponto de telefone.
- Caixas para tomadas e plugs de piso.



Caixas de ferro estampado chapa nº 18, de 4 x 4 e 4 x 2 , da Lorenzetti, zincadas a fogo

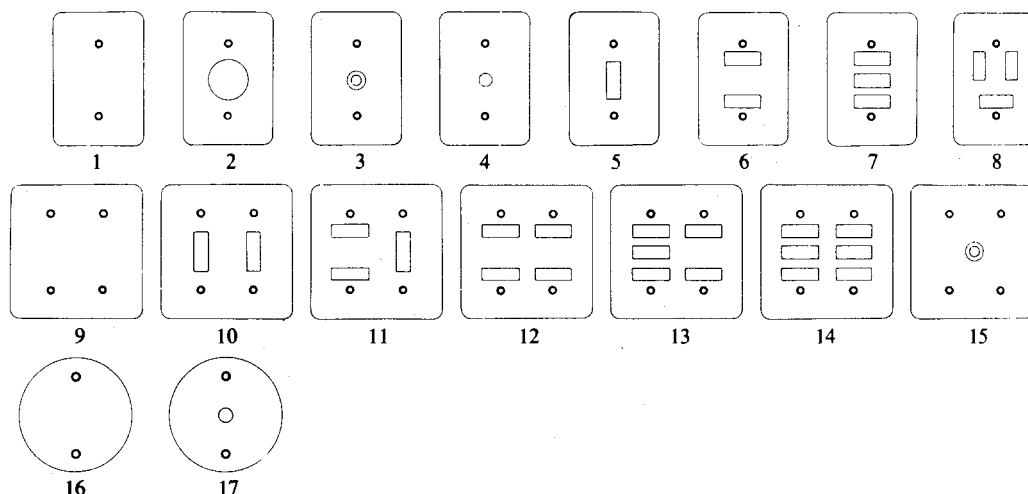


Caixas dupla e tripla de piso em alumínio injetado, para tomada de piso, telefone ou campanha. tampa em latão forjado. Fabricação Peterco.

Em instalações embutidas, usam-se caixas de chapa de aço. As usadas para interruptores, tomadas, botão de campanha e ponto de telefone são estampadas, esmaltadas, ao passo que a caixa para centro de luz, para ser colocada na laje de concreto, é octogonal, de fundo móvel e não é estampada. As caixas mencionadas possuem “orelhas” com furos para fixação de tomadas, interruptores ou aparelho de iluminação, conforme o caso.

As caixas estampadas podem ser de:

- 4" x 4" ou 5" com furos de 1/2", 3/4" e 1".
- 4" x 2", com furos de 1/2" e 3/4".
- 3" x 3" x 1/2", octogonais, com furos de 1/2" e 3/4".



Espelhos para caixas embutidas, da Lorenzetti.

Existem tampas de ferro para caixa de 4" x 4" com abertura retangular para colocação de um interruptor ou tomada apenas, e com abertura quadrada, para colocação de dois desses dispositivos.

Sobre as caixas são adaptados os "espelhos" ou "placas" de baquelite, bronze alumínio, que arrematam com a parede e permitem a instalação de interruptores, tomadas, botões etc.

As caixas de embutir de 4 x 2 e 4 x 4 de plástico reforçado fabricadas por Stock Conexões e Materiais Elétricos Ltda, possuem orelhas de fixação metálica.

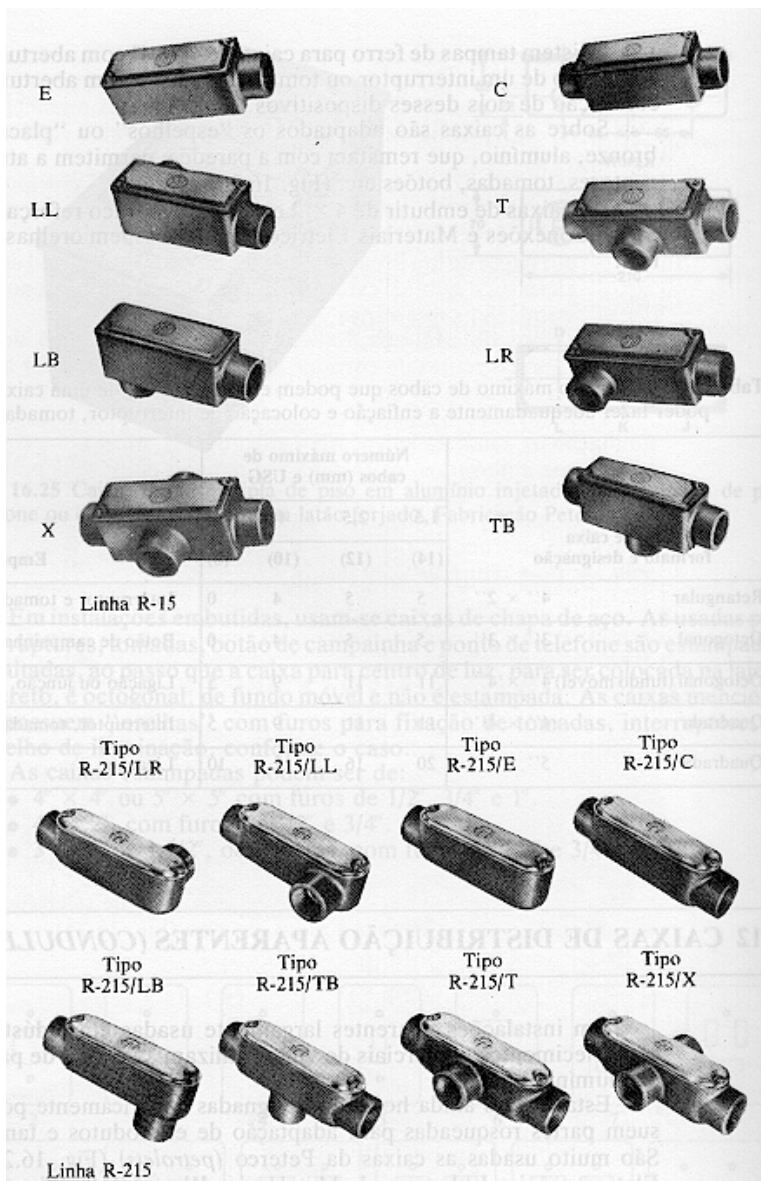
Tabela 13 - Número máximo de cabos que podem entrar (ou sair) de uma caixa, de modo a se poder fazer adequadamente a enfição e colocação de interruptor, tomada ou botão

Tipo de caixa formato e designação	Número máximo de cabos (mm) e USG				Emprego
	1,5	2,5	4	6	
	(14)	(12)	(10)	(8)	
Retangular 4" x 2 "	5	5	4	0	Interruptor e tomada
Octogonal 3" x 3"	5	5	4	0	Botão de campanha, ligação ou junção
Octogonal (fundo móvel) 4" x 4"	11	11	9	5	Ligação ou junção, centro de luz
Quadrada 4" x 4"	11	11	9	5	Interruptor, tomada e ligação
Quadrada 5" x 5"	20	16	12	10	Ligação

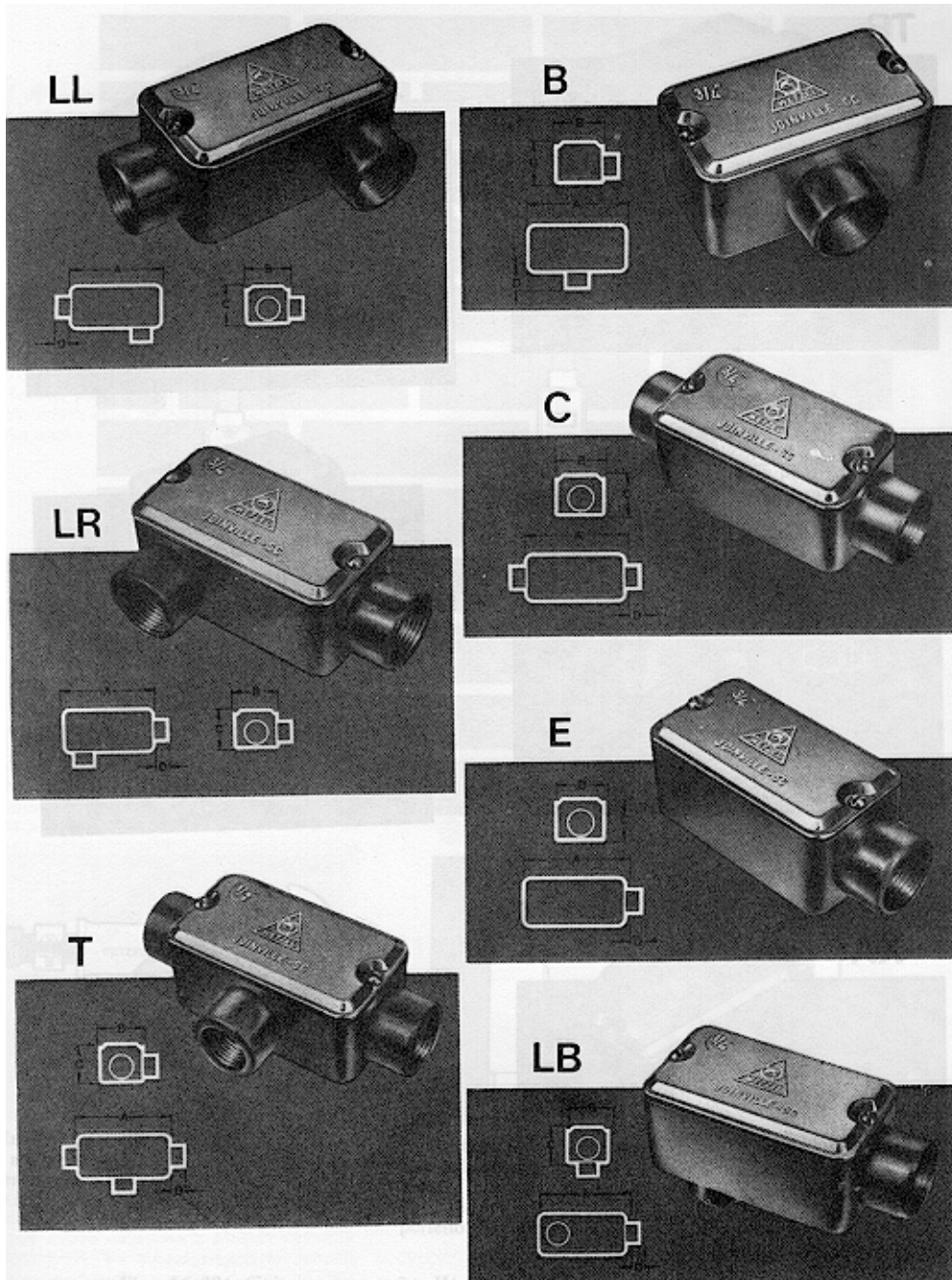
Caixas de distribuição aparentes (Conduletes)

Em instalações aparentes largamente usadas em indústrias, depósitos e estabelecimentos comerciais de vulto, utilizam-se caixas de passagem em geral de alumínio injetado.

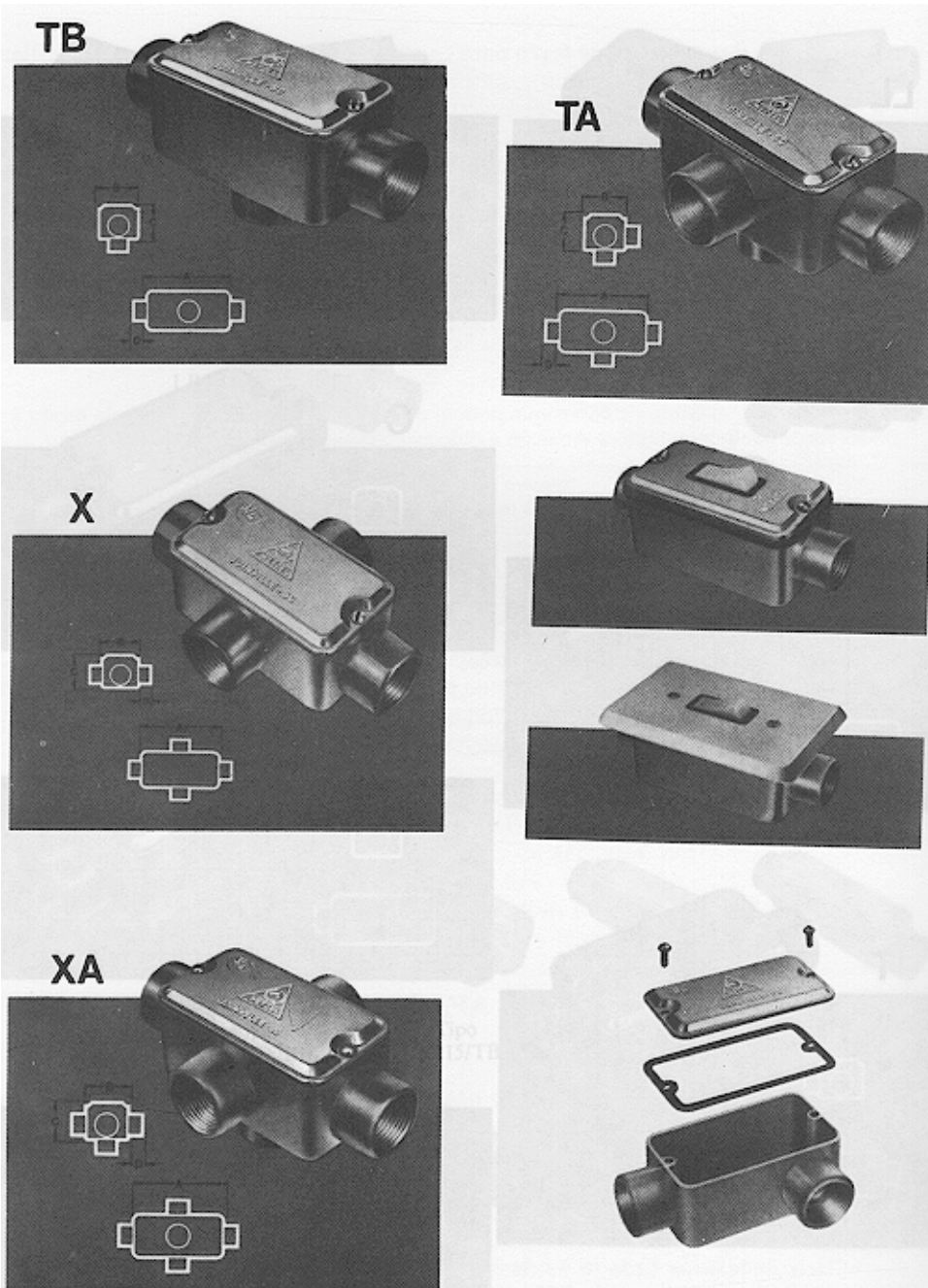
Estas caixas ainda hoje são designadas genericamente por conduletes. Possuem partes rosqueadas para adaptação de eletrodutos e tampa parafusável. São muito usadas as caixas da Peterco (petrolets), as da Blinda Eletromecânica Ltda. e as da Metalúrgica Wetzel S.A. Conforme esclarece o catálogo da Wetzel, os conduletes de sua fabricação podem também ser embutidos e empregados em instalações residenciais.



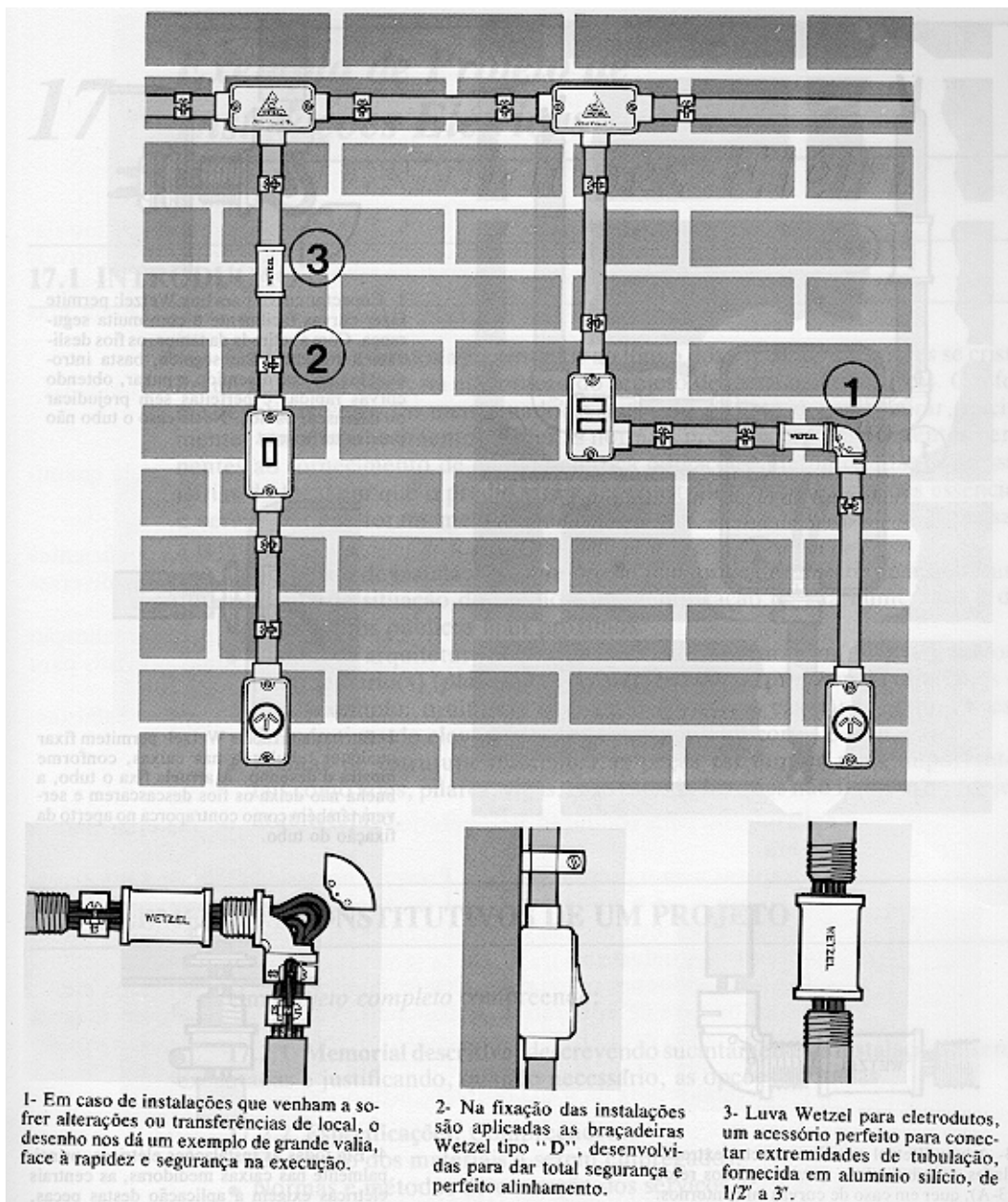
Caixas de distribuição aparentes petrolelets da Peterco.



Conduletes da Metalúrgica Wetzel S.A.



Ver legenda na figura anterior

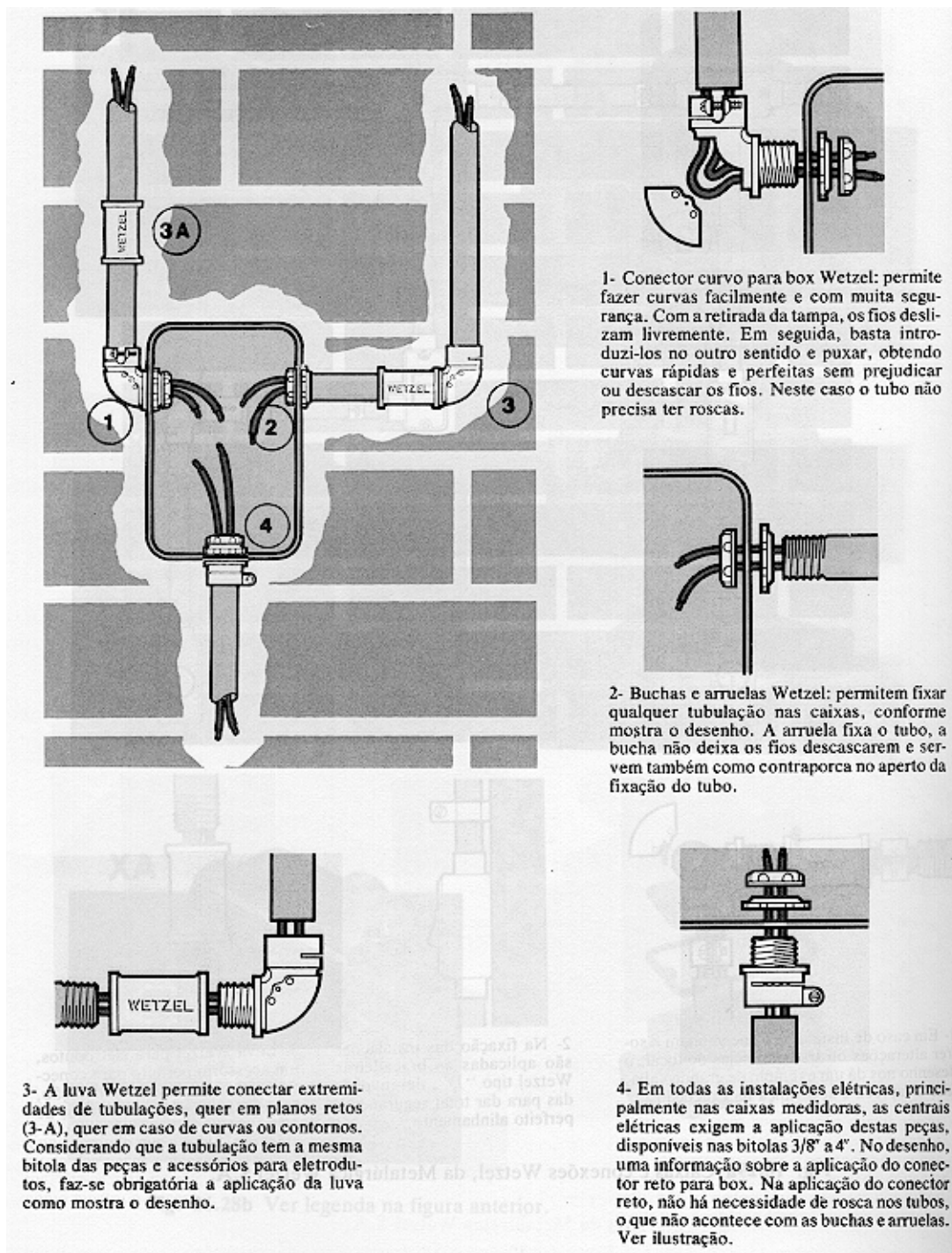


1- Em caso de instalações que venham a sofrer alterações ou transferências de local, o desenho nos dá um exemplo de grande valia, face à rapidez e segurança na execução.

2- Na fixação das instalações são aplicadas as braçadeiras Wetzel tipo "D", desenvolvidas para dar total segurança e perfeito alinhamento.

3- Luva Wetzel para eletrodutos, um acessório perfeito para conectar extremidades de tubulação, fornecida em alumínio sílico, de 1/2" a 3".

Caixas e conexões Wetzel, da Metalúrgica Wetzel S.A.



1- Conector curvo para box Wetzel: permite fazer curvas facilmente e com muita segurança. Com a retirada da tampa, os fios deslizam livremente. Em seguida, basta introduzi-los no outro sentido e puxar, obtendo curvas rápidas e perfeitas sem prejudicar ou descascar os fios. Neste caso o tubo não precisa ter rosca.

2- Buchas e arruelas Wetzel: permitem fixar qualquer tubulação nas caixas, conforme mostra o desenho. A arruela fixa o tubo, a bucha não deixa os fios descascarem e servem também como contraporca no aperto da fixação do tubo.

3- A luva Wetzel permite conectar extremidades de tubulações, quer em planos retos (3-A), quer em caso de curvas ou contornos. Considerando que a tubulação tem a mesma bitola das peças e acessórios para eletrodutos, faz-se obrigatória a aplicação da luva como mostra o desenho.

4- Em todas as instalações elétricas, principalmente nas caixas medidoras, as centrais elétricas exigem a aplicação destas peças, disponíveis nas bitolas 3/8" a 4". No desenho, uma informação sobre a aplicação do conector reto para box. Na aplicação do conector reto, não há necessidade de rosca nos tubos, o que não acontece com as buchas e arruelas. Ver ilustração.

Ver legenda na figura anterior.