

17 – CONDUTOS ELÉTRICOS

Chamamos de conduto elétrico a uma canalização destinada a conter condutores elétricos. Nas instalações elétricas são utilizados vários tipos de condutos: eletrodutos, calhas, molduras, blocos alveolados, canaletas, bandejas, escadas para cabos, poços e galerias.

17.1 – Tipos de Condutos Elétricos

Os condutos elétricos são classificados nas seguintes categorias:

(1) Eletroduto – É um elemento de linha elétrica fechada, de seção circular ou não, destinado a conter condutores elétricos, permitindo tanto a enfição quanto a retirada dos condutores por puxamento. São usados em linhas elétricas embutidas ou aparentes. Os eletrodutos podem ser metálicos (aço ou alumínio) ou de material isolante (PVC, polietileno, fibro-cimento etc.).

(2) Calha – É um conduto fechado utilizado em linhas aparentes, com tampas desmontáveis em toda sua extensão, para permitir a instalação e a remoção dos condutores. As calhas podem ser metálicas (aço ou alumínio) ou isolantes (plástico); as paredes podem ser maciças ou perfuradas e a tampa simplesmente encaixada ou fixada com auxílio de ferramenta.

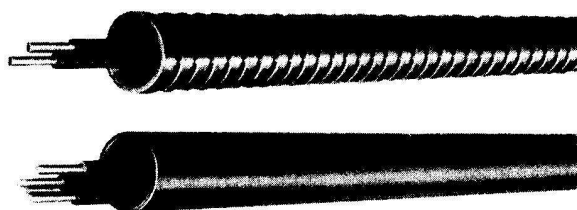


Fig. 17-1 – Eletrodutos.



Fig. 17-2 – Calha com tampa removível.

(3) Moldura – É um conduto utilizado em linhas aparentes, fixado ao longo de paredes, compreendendo uma base com ranhuras para colocação de condutores e uma tampa desmontável em toda sua extensão. Recebe o nome de **alizar**, quando fixada em torno de um vão de porta ou janela, e **rodapé**, quando fixada junto ao ângulo parede-piso. As molduras podem ser de madeira ou plástico (*Sistema X – Pial Legrand*).

(4) Bloco Aoveolado – É um bloco de construção, com um ou mais furos que, por justaposição com outros blocos, forma um ou mais condutos fechados.

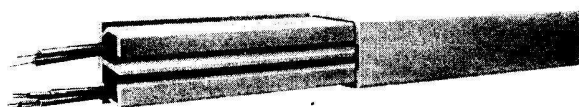


Fig. 17-3 – Moldura com duas ranhuras.

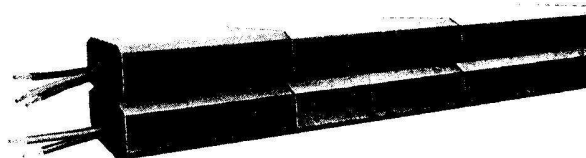


Fig. 17-4 – Bloco aoveolado com dois condutos.

(5) Canaleta – É um conduto com tampas ao nível do solo, removíveis e instaladas em toda sua extensão. As tampas podem ser maciças e/ou ventiladas e os cabos podem ser instalados diretamente ou em eletrodutos.

(6) Bandeja – É um suporte de cabos constituído por uma base contínua com rebordos e sem cobertura, podendo ser ou não perfurada; é considerada perfurada se a superfície retirada da base for superior a 30%. As bandejas são geralmente metálicas (aço ou alumínio).

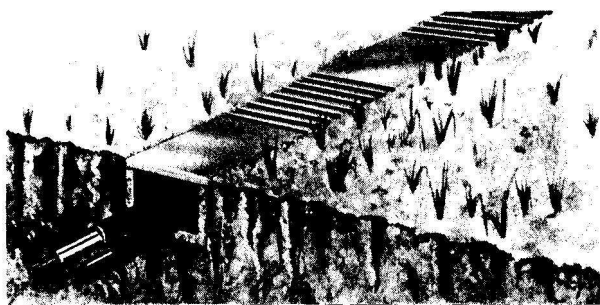


Fig. 17-5 – Canaleta com tampas maciças e ventiladas.



Fig. 17-6 – Bandeja não perfurada.

(7) Escada para Cabos – É um suporte constituído por uma base descontínua, formada por travessas ligadas a duas longarinas longitudinais, sem cobertura. As travessas devem ocupar menos de 10% da área total da base. Assim como as bandejas, as escadas são geralmente metálicas.

(8) Poço – É um conduto vertical formado na estrutura do prédio. Nos poços, via de regra, os condutores são fixados diretamente às paredes ou a bandejas ou escadas verticais ou são instalados em eletrodutos.

(9) Galeria Elétrica – É um conduto fechado que pode ser visitado em toda sua extensão. Geralmente nas galerias os condutores são instalados em bandejas, escadas, eletrodutos ou em outros suportes (como prateleiras, ganchos etc.).

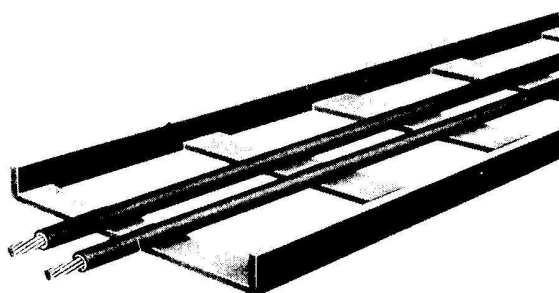


Fig. 17-7 – Escada para cabos.

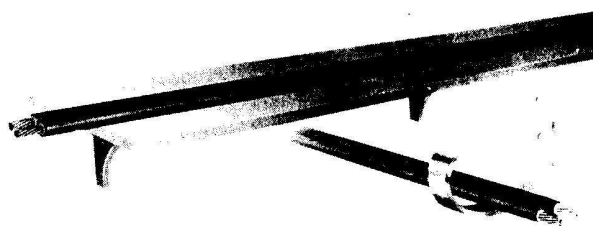


Fig. 17-8 – Prateleira e gancho para cabos.

Observação Importante:

- ✓ Os termos “*Leito para cabos*”, “*Perfilado*” e “*Eletrocalha*”, não normalizados, são muitas vezes usados para designar “**Escadas para cabos**”, “**Calhas**” ou “**Bandejas**”.

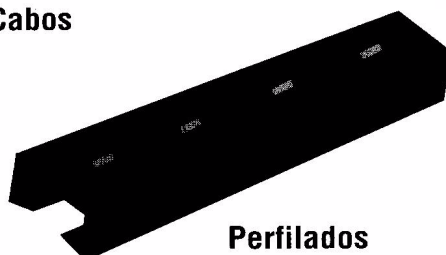
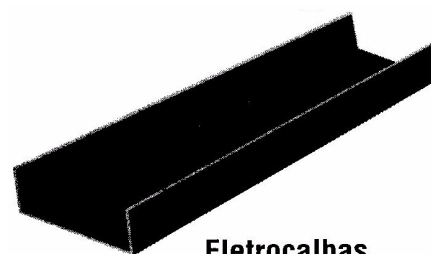
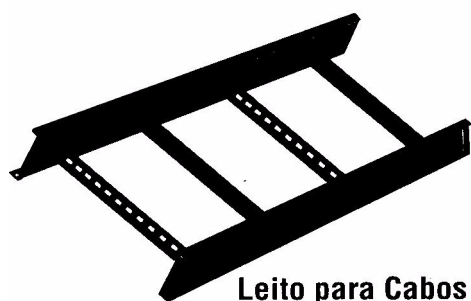


Fig. 17-9 – Termos mais utilizados pelos profissionais da área (Catálogos dos Fabricantes).

17.2 – Tipos de Eletrodutos

A principal função do eletroduto é proteger os condutores elétricos contra certas influências externas (choques mecânicos, agentes químicos etc.) podendo também, em alguns casos, proteger o meio ambiente contra perigos de incêndio e de explosão, resultantes de faltas envolvendo condutores e, até mesmo, servir como condutor de proteção.



Fig. 17-10 – Proteção contra choque mecânico.

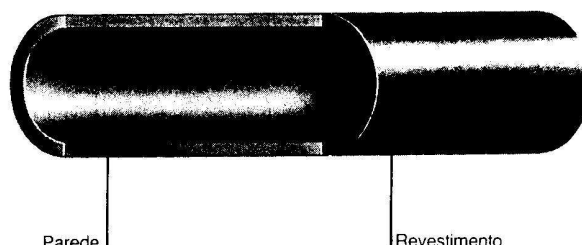


Fig. 17-11 – Proteção externa ou revestimento.

Muito embora a definição atual de **eletroduto** não faça qualquer referência à forma da seção, os de seção circular são os de uso mais freqüente e se constituem no tipo mais comum de conduto elétrico.

Os eletrodutos, que, em função do material usado podem ser **metálicos** ou **isolantes** ou ainda **magnéticos** ou **não magnéticos**, classificam-se em **rígidos**, **curváveis**, **flexíveis** e **transversalmente elásticos**.

- Eletrodutos Metálicos Rígidos:** são geralmente de aço-carbono, com proteção interna e externa feita com materiais resistentes à corrosão, podendo, em certos casos, ser fabricados em aço especial ou em alumínio. Os eletrodutos metálicos rígidos são fabricados em “varas” de 3 metros.
- Eletrodutos de PVC Rígidos:** são fabricados com derivados de petróleo; são isolantes elétricos, não sofrem corrosão nem são atacados pelos ácidos. Podem possuir roscas para serem emendados com luvas, ou podem ser do tipo soldável com ponta e bolsa (extremo com diâmetro expandido).
- Eletrodutos Metálicos Flexíveis:** podem ser constituídos, em geral, por uma fita de aço enrolada em hélice, por vezes com uma cobertura impermeável de plástico, ou **isolantes**, de polietileno ou de PVC. Sua aplicação típica é na ligação de equipamentos que apresentem vibrações ou pequenos movimentos durante seu funcionamento.
- Eletrodutos de PVC Flexíveis:** são fabricados em PVC auto-extingüente, devido a sua praticidade com elevada resistência diametral, são também resistentes contra amassamento. Sua principal vantagem sobre os eletrodutos rígidos é a facilidade de instalação e o fato de dispensarem o uso das tradicionais curvas. *São os eletrodutos flexíveis plásticos (Tigreflex).*

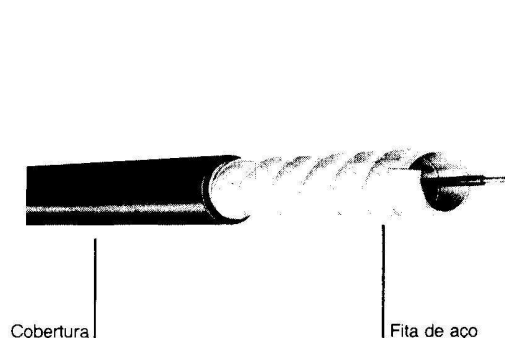


Fig. 17-12 – Eletroduto metálico flexível.

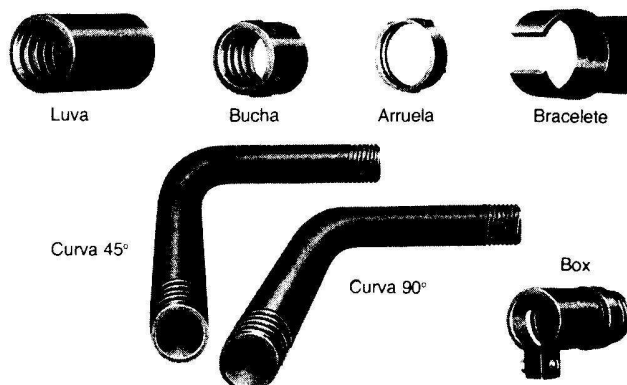


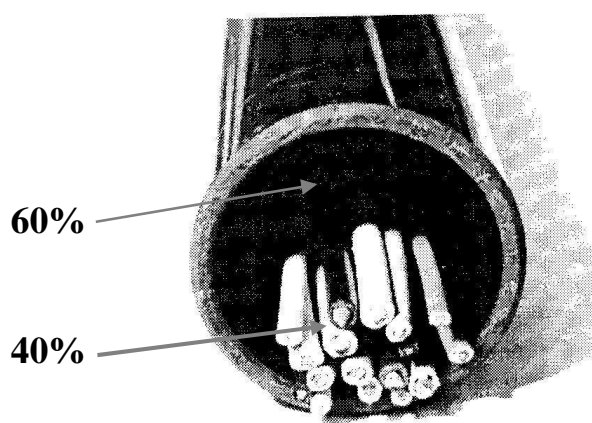
Fig. 17-13 – Acessórios da linha de eletrodutos.

17.3 – Dimensionamento dos Eletrodutos

As dimensões internas dos eletrodutos e respectivos acessórios, os comprimentos entre os pontos de puxada e o número de curvas devem ser tais que os condutores ou cabos a serem protegidos possam ser facilmente instalados e retirados após a instalação dos eletrodutos e acessórios.

Observações Importantes:

- ✓ Os eletrodutos são caracterizados por seu tamanho nominal. **Tamanho nominal do eletroduto é o diâmetro externo do eletroduto expresso em milímetros**, padronizado por norma.
- ✓ Nas linhas embutidas não devem ser utilizados pseudo-eletrodutos flexíveis plásticos conhecidos por “mangueiras”, que não suportam qualquer tipo de esforço e comprometem os condutores.
- ✓ Não deve haver trechos contínuos retilíneos de tubulação (sem interposição de caixas de passagem) superiores a 15 metros, sendo que nos trechos com curvas essa distância deve ser reduzida de 3 metros para cada curva de 90°. Assim, por exemplo, um trecho de tubulação contendo 3 curvas não poderá ter um comprimento superior a 6 metros $[15 - (3 \times 3) = 6]$.
- ✓ Em um mesmo eletroduto só podem ser instalados condutores de circuitos diferentes quando eles pertencerem à mesma instalação e as seções dos respectivos condutores fase estiverem compreendidas num intervalo de 3 valores normalizados (por exemplo, 2,5 mm², 4 mm² e 6 mm²).
- ✓ A soma das áreas totais dos condutores contidos num eletroduto não pode ser superior a 40% da área útil do eletroduto (ver Figura 17-14).



Eletrodutos de PVC Rígidos	
Tamanho Nominal (Diâmetro Externo)	Referência de Rosca (Diâmetro Interno)
Milímetros – mm	Polegadas – ”
16	1/2
20	3/4
25	1
32	1 1/4
40	1 1/2
50	2
60	2 1/2
75	3
85	3 1/2

Fig. 17-14 – Determinação da ocupação de um eletroduto e Tabela de equivalência entre diâmetros.

Dimensionar eletrodutos é determinar o tamanho nominal do eletroduto para cada trecho da instalação.

Para dimensionar os eletrodutos de um projeto, basta saber o número de condutores instalados dentro do eletroduto e qual a maior seção deles (ou qual a maior bitola dentre os condutores).

EXEMPLO:

- 1) Número de condutores instalados no trecho do eletroduto de PVC = 6 condutores.
- 2) Maior seção dos condutores instalados no trecho = 4 mm².

RESPOSTA: O tamanho nominal do eletroduto será de 20 mm (ver Tabela 17-1).

Tabela 17-1 – Ocupação máxima dos eletrodutos de PVC por condutores de mesma seção.

Seção Nominal (mm ²)	Número de Condutores no Eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho Nominal do Eletroduto								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	70
70	40	40	50	50	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	—
150	50	60	75	75	85	85	—	—	—
185	50	75	75	85	85	—	—	—	—
240	60	75	85	—	—	—	—	—	—

18 – ATERRAMENTO ELÉTRICO

Aterramento é a ligação intencional de um condutor à terra. Em uma instalação elétrica o aterramento pode ser de dois tipos:

- Aterramento Funcional:** consiste na ligação à terra de um dos condutores do sistema (o neutro), com o objetivo de garantir o funcionamento correto, seguro e confiável da instalação.
- Aterramento de Proteção:** consiste na ligação à terra das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação (carcaças dos motores e transformadores, quadros metálicos etc.), com o único objetivo de proporcionar proteção contra choque elétrico por contatos indiretos.

Algumas vezes são realizados aterramentos “conjuntos”, funcionais e de proteção.

Com o aterramento objetiva-se assegurar sem perigo o escoamento das correntes de falta e fuga para terra, satisfazendo as necessidades de segurança das pessoas e funcionais das instalações. Em princípio, todos os circuitos de distribuição e terminais devem possuir um condutor de proteção que convém fique no mesmo eletroduto dos condutores vivos do circuito.

O aterramento é executado com o emprego de um:

- Condutor de proteção.** Condutor de proteção contra os choques elétricos e que liga as massas dos equipamentos ao terminal de aterramento principal (TAP – barramento de terra).
- Eletrodo de aterramento.** Formado por um condutor ou conjunto de condutores (ou barras) em contato direto com a terra, podendo constituir a *malha* de terra, ligados ao terminal de aterramento. Quando o eletrodo de aterramento é constituído por uma barra rígida, denomina-se *haste* de aterramento.

O condutor de proteção (“TERRA”) é designado por *PE*, e o neutro, pela letra *N*. Quando o condutor tem funções combinadas de neutro e de condutor de proteção, é designado por *PEN*. Quando os condutores de proteção (*PE*) forem identificados através de cor, deve ser usada a dupla coloração verde-amarelo ou, opcionalmente, a cor verde. No caso dos condutores *PEN* deve ser usada a cor azul-claro (a mesma que identifica o neutro), com indicação verde-amarelo nos pontos visíveis e/ou acessíveis.

18.1 – Classificação dos Sistemas de Aterramento

A NBR 5410 classifica os sistemas de aterramento (considerando o aterramento funcional e o de proteção), de acordo com a seguinte notação:

- a) A *primeira letra* indica a situação da alimentação em relação à terra.
 - T* – para um ponto diretamente aterrado.
 - I* – isolamento de todas as partes vivas em relação à terra ou emprego de uma impedância de aterramento, a fim de limitar a corrente de curto-circuito para a terra.
- b) A *segunda letra* indica a situação das massas em relação à terra.
 - T* – para massas diretamente aterradas, independentemente de aterramento eventual de um ponto de alimentação.
 - N* – massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado (normalmente, é o ponto neutro).
- c) *Outras letras* (eventualmente), para indicar a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção.
 - S* – quando as funções de neutro e de condutor de proteção são realizadas por condutores distintos (ou separados).
 - C* – quando as funções de neutro e de condutor de proteção são combinadas num único condutor (que é o condutor *PEN*).

Quando a alimentação se realizar em baixa-tensão, o condutor neutro deve sempre ser aterrado na origem da instalação do consumidor, ou seja, no quadro geral.

18.2 – Tipos de Sistemas de Aterramento

Os casos mais comuns dos diversos sistemas de aterramento encontram-se esquematizados abaixo. No esquema TN a alimentação é aterrada e as massas são aterradas junto com a alimentação.

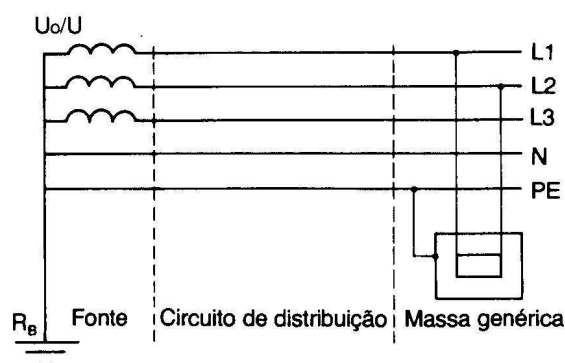


Fig. 18-1 – Sistema TN-S.

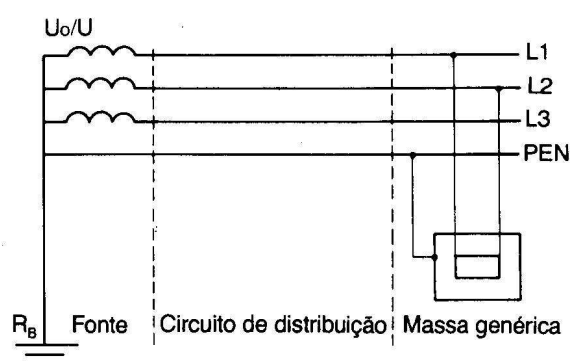


Fig. 18-2 – Sistema TN-C.

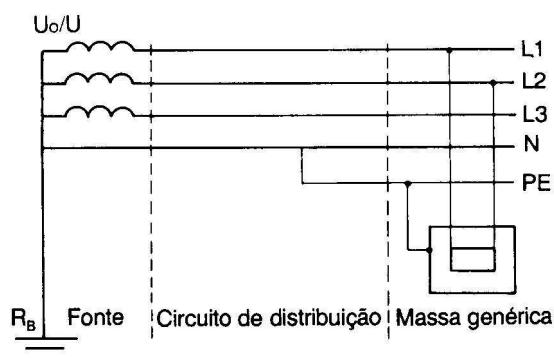


Fig. 18-3 – Sistema TN-C-S (Clássico).

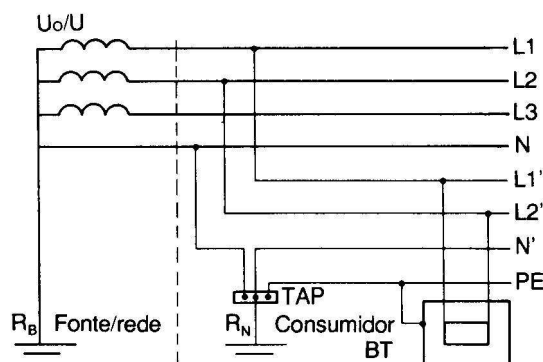


Fig. 18-4 – Alimentação por rede pública BT (TN-C-S).

No esquema TT a alimentação é aterrada e as massas são aterradas utilizando eletrodos independentes.

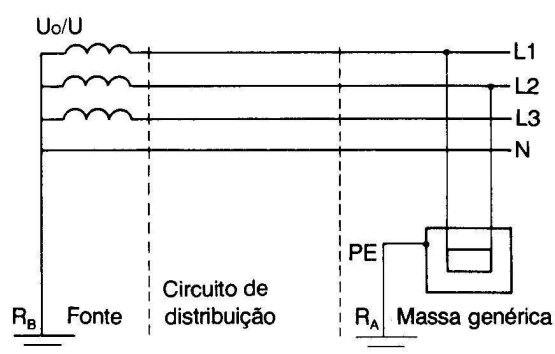


Fig. 18-5 – Sistema TT (Clássico).

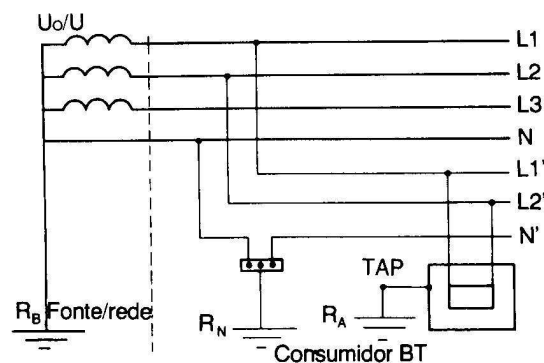


Fig. 18-6 – Alimentação por rede pública BT (TT).

18.3 – Seção Nominal dos Condutores de Proteção

Tabela 18-1 – Seção mínima dos condutores de proteção em relação à seção dos condutores fases.

Seção dos condutores fases (S) (mm ²)	Seção mínima dos condutores de proteção (S') (mm ²)
$S \leq 16$	$S' = S$
$16 < S \leq 35$	$S' = 16$
$S > 35$	$S' \geq S/2$

18.4 – O Aterramento das Tomadas de Uso Geral e de Uso Específico

A instalação de tomadas que possuem aterramento deve ser realizada com bastante atenção, pois, a conexão dos condutores (Fase, Neutro e Terra) tem que estar de acordo com o padrão normalizado.

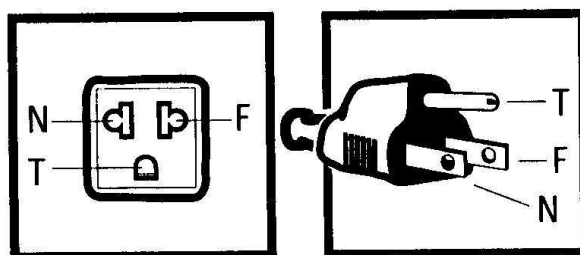


Fig. 18-7 – Padrão de polarização das tomadas 2P+T com um terminal para ligação à terra.

18.5 – Classe de Isolação dos Equipamentos Elétricos

Tabela 18-2 – Equipamentos elétricos mais comuns e suas respectivas classes de isolação.

Classe de Isolação	Características do Equipamento	Exemplos
0	Só possui a isolação básica, carcaça plástica.	Liquidificador, Ventilador,...
0, I	Tomada com dois pinos (F+N) e o condutor de proteção fixado na carcaça do equipamento.	Freezer, Geladeira, Máquina de Lavar Roupas,...
I	Tomada com três pinos (F+N+T).	Ar Condicionado, Computador,...
II	Além da isolação básica (carcaça plástica) existe uma isolação complementar (blindagem).	Chuveiro Elétrico, Furadeira,...
III	Equipamentos que trabalham com Extra Baixa Tensão de Segurança (EBTS – 12 V, no máximo).	Lâmpadas sub-aquáticas, Banheiras,...

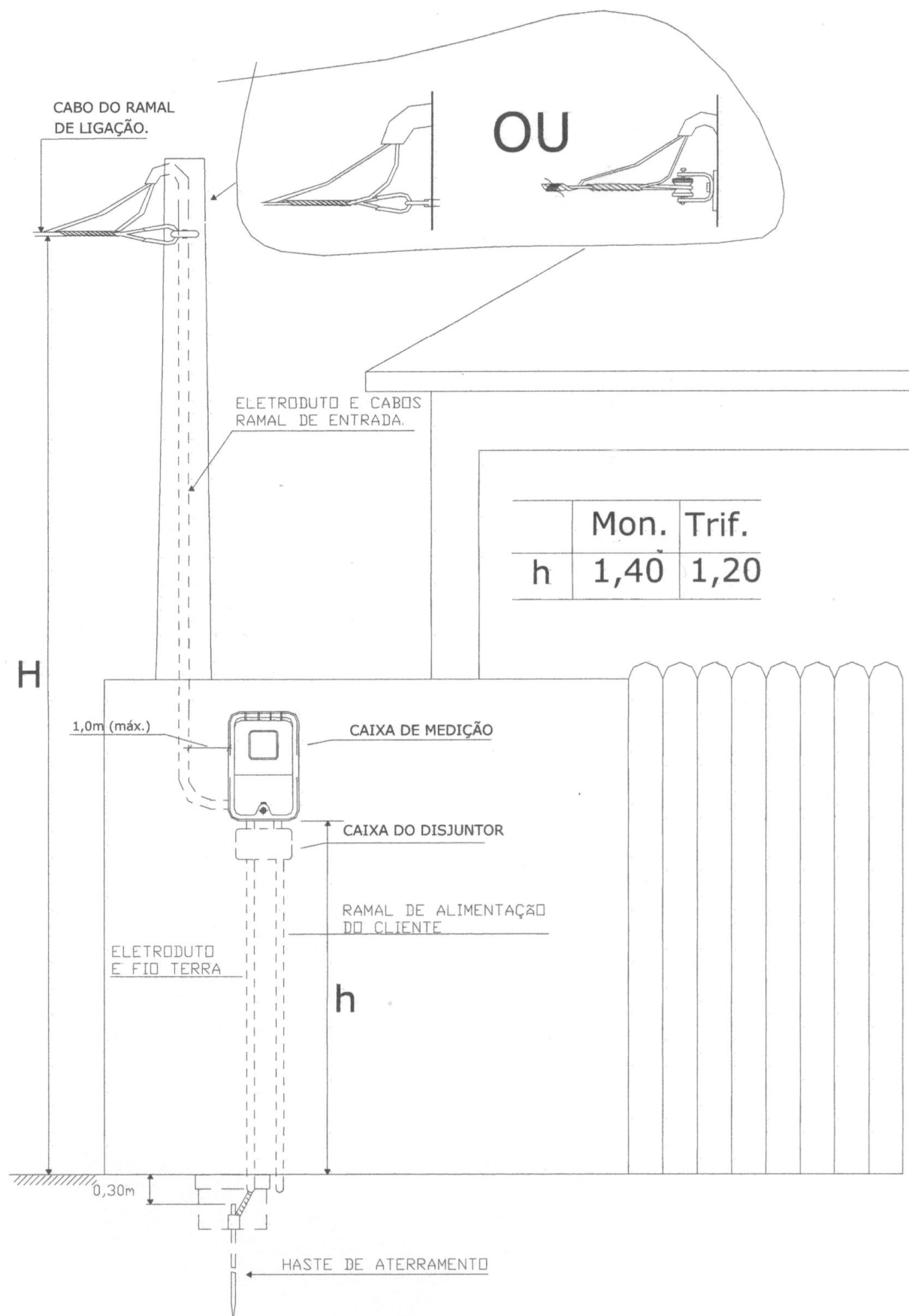


Fig. 18-8 – Padrão de Entrada adotado pela COSERN (Alimentação por rede pública BT).

19 – O CHOQUE ELÉTRICO

O contato entre um condutor vivo e a massa de um elemento metálico, a corrente de fuga normal, ou ainda uma deficiência ou falta de isolamento em um condutor ou equipamento (máquina de lavar roupa, chuveiro elétrico, geladeira etc.) podem representar risco. Uma pessoa que neles venha a tocar recebe uma descarga de corrente, em virtude da diferença de potencial entre a fase energizada e a terra. A corrente atravessa o corpo humano, no sentido da terra. O choque elétrico e seus efeitos serão tanto maiores quanto maiores forem: **a superfície do corpo humano em contato com o condutor e com a terra, a intensidade da corrente, o percurso da corrente no corpo humano e o tempo de duração do choque.**

19.1 – O Condutor de Proteção (Fio Terra)

Para evitar que a pessoa receba essa descarga, funcionando como um condutor terra, as carcaças dos motores e dos equipamentos elétricos são ligadas à terra. Assim, quando houver falha no isolamento ou um contato de elemento energizado com a carcaça do equipamento, a corrente irá fluir diretamente para terra pelo condutor de proteção, curto-circuito que provocará a queima do fusível de proteção da fase ou o desligamento do disjuntor.

19.2 – O Dispositivo Interruptor de Corrente de Fuga (DR)

Apesar do cuidado que existe no isolamento, muitos equipamentos, mesmo em condições normais de funcionamento, apresentam correntes de “fuga” através de suas isolações. Esta corrente, caracterizada pela chamada *corrente diferencial-residual*, seria nula se não houvesse fugas. Quando essa corrente atinge determinado valor, provoca a atuação de um dispositivo de proteção denominado *dispositivo de proteção à corrente diferencial-residual* (dispositivo DR). Em geral, o dispositivo DR vem incorporado ao disjuntor termomagnético que protege o circuito e atua para correntes de fuga a partir de 30 mA.

19.3 – Os Efeitos do Choque Elétrico

O choque elétrico pode produzir na vítima o que se denomina “morte aparente”, isto é, a perda dos sentidos, a *anoxia* (paralisação da respiração por falta de oxigênio), a *asfixia* (ausência de respiração) e a *anoxemia* (ausência de oxigênio no sangue como consequência da anoxia). A violenta contração muscular provocada pelo choque pode afetar o músculo cardíaco, determinando sua paralisação e a morte. Não havendo fibrilação ventricular, o paciente tem condições de sobreviver, se socorrido a tempo.

As alterações musculares e outros efeitos fisiológicos da corrente (queimaduras, efeitos eletrolíticos etc.) irão depender **da intensidade e do percurso da corrente pelo corpo humano.** A corrente poderá atingir partes vitais ou não.

Um dos casos mais graves é aquele em que a pessoa segura com uma das mãos o fio fase e com a outra o fio neutro, pois a corrente entra por uma das mãos e, antes de sair pela outra, passa pelo tórax, onde se acham órgãos vitais para a respiração e a circulação (ver Figura 19-1a).

Se a pessoa segurar um fio desencapado ou apertá-lo com um alicate sem isolamento, a corrente segue das mãos para os pés, descarregando na terra. A corrente passa pelo diafragma e pela região abdominal, e os efeitos podem ser graves (ver Figura 19-1b).

Quando se pisa num condutor desencapado, a corrente circula através das pernas, coxas e abdômen. O risco é, no caso, menor do que o anterior (ver Figura 19-1c).

Tocando-se com os dedos a fase e o neutro, ou a fase e a terra, o percurso da corrente é pequeno, e as consequências não são graves (ver Figura 19-1d).

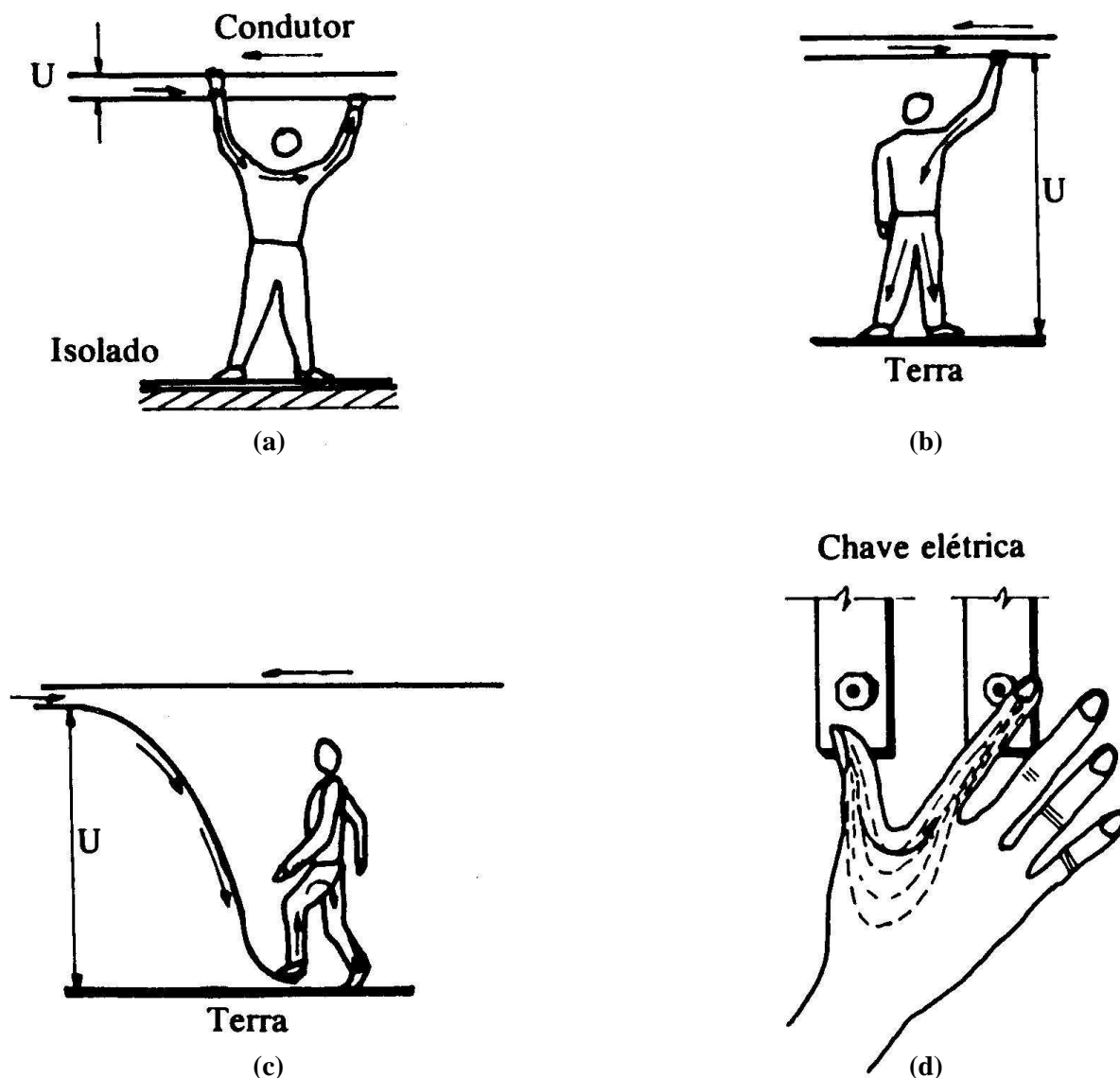


Fig. 19-1 – Percurso da corrente no corpo humano quando ocorre um choque elétrico.

O organismo humano é mais sensível à corrente alternada do que à corrente contínua. Na frequência de 60 Hz, o limiar de sensação da corrente alternada é de 1 mA, ao passo que, no caso da corrente contínua é de 5 mA. As perturbações orgânicas são mais acentuadas em acidentes com correntes de baixa frequência, denominadas industriais, do que para as frequências elevadas. O corpo humano comporta-se como um condutor complexo, mas, numa simplificação, podemos assimilá-lo a um condutor simples e homogêneo. Suponhamos, portanto, que interposto a um circuito energizado sob uma tensão V , o corpo humano seja percorrido por uma corrente elétrica I_{ch} , determinada por:

$$I_{ch} = \frac{V}{R_{cont.1} + R_{cont.2} + R_{corpo}}$$

$R_{cont.1}$ e $R_{cont.2}$ são resistências de contato do corpo com os condutores ou entre condutor e terra. São da ordem de $15.000 \, \Omega/\text{cm}^2$ de pele. R_{corpo} é a resistência do corpo à passagem da corrente. Depende do percurso, isto é, dos pontos de ligação do corpo com as partes energizadas dos circuitos. $R_{corpo} \cong 500 \, \Omega$, desde a palma da mão à outra ou à planta do pé. Quando a pele se acha molhada, a resistência de contato torna-se menor porque a água penetra em seus poros e melhora o contato.

A Tabela 19-1 indica valores de resistência total para o caso de frequência igual a 60 Hz e diversas hipóteses de contato do corpo com elementos energizados.

Tabela 19-1 – Resistência total, incluindo as resistências por contatos para corrente alternada – 60 Hz.

Situação	Resistência total ordem de grandeza (em ohms)	Corrente no corpo sob a tensão de 100 volts (em miliampères)
1. A corrente entra pela ponta do dedo de uma das mãos e sai pela ponta do dedo de outra mão (dedos secos).	15.700	6
2. A corrente entra pela palma de uma das mãos e sai pela palma da outra mão (secas).	900	111
3. A corrente entra pela ponta do dedo e sai pelos pés calçados.	18.500	5
4. A corrente entra pela ponta do dedo e sai pelos pés calçados ou descalços (molhados).	15.500	6
5. A corrente entra pela mão através de uma ferramenta e sai pelos pés calçados (molhados).	600	116
6. A corrente entra pela mão molhada e sai por todo o corpo mergulhado em uma banheira.	500	200

Os choques elétricos em uma instalação podem se originar de dois tipos de situação:

- os **Contatos Diretos**: que são os contatos de pessoas ou animais com partes vivas sob tensão (fases). Os **contatos diretos**, que a cada ano causam milhares de acidentes graves (muitos até fatais) são provocados, via de regra por falhas de isolamento, por ruptura ou remoção indevida de partes isolantes ou por atitude imprudente de uma pessoa com uma parte viva (energizada).
- os **Contatos Indiretos**: que são os contatos de pessoas ou animais com massas que ficaram sob tensão devido a uma falha de isolamento. Os **contatos indiretos**, por sua vez, são particularmente perigosos, uma vez que o usuário que encosta a mão numa massa, por exemplo, na carcaça de um equipamento de utilização, não vai suspeitar de uma eventual energização acidental, provocada por uma falta ou por um defeito interno no equipamento. Exatamente por isso a NBR 5410 dá uma ênfase especial à proteção contra contatos indiretos (condutor de proteção e dispositivos DR).

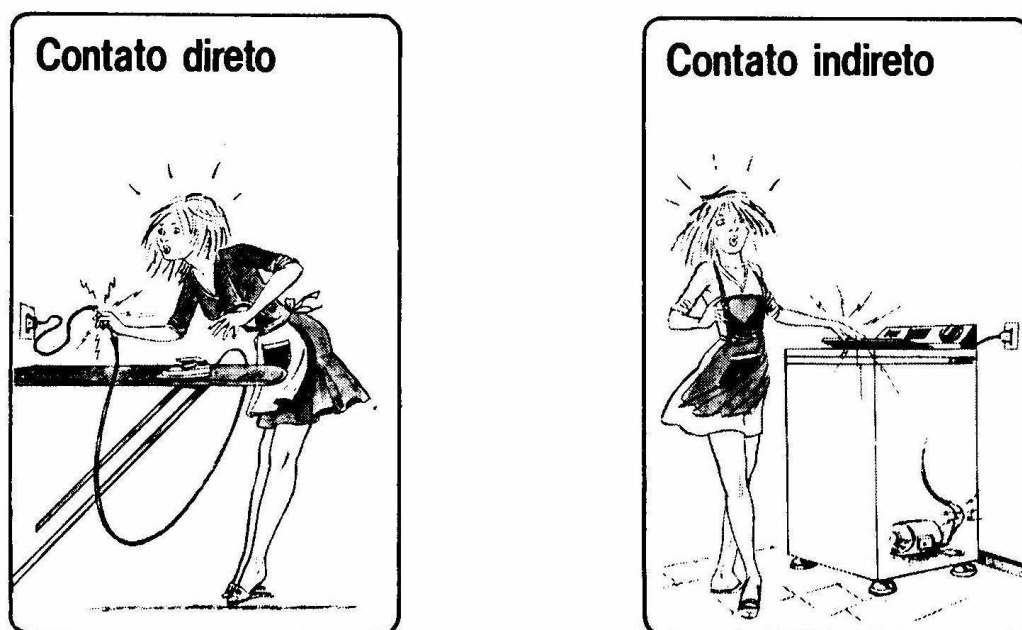
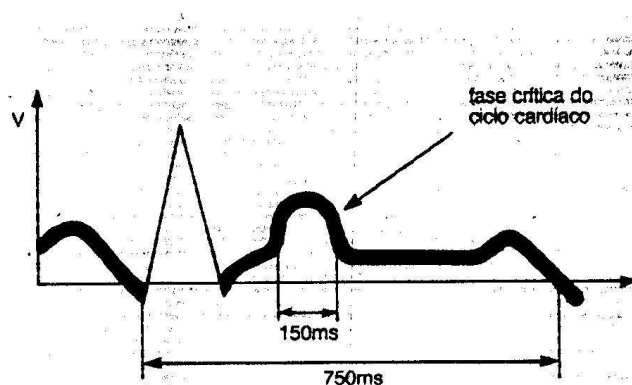


Fig. 19-2 – Choque elétrico por contato direto e contato indireto.

Tabela 19-2 – Efeitos fisiológicos da corrente elétrica (choque elétrico).

<i>Corrente Alternada de 15 a 100 Hz, trajeto entre extremidades do corpo, pessoas de, no mínimo, 50 kg de peso.</i>	
Faixa de Corrente	Reações Fisiológicas Habituais
0,1 a 0,5 mA	Leve percepção superficial; habitualmente nenhum efeito.
0,5 a 10 mA	Ligeira paralisia nos músculos do braço, com início de tetanização; habitualmente nenhum efeito perigoso.
10 a 30 mA	<i>Nenhum efeito perigoso se houver interrupção em, no máximo, 5 segundos.</i>
30 a 500 mA	Paralisia estendida aos músculos do tórax, com sensação de falta de ar e tontura; possibilidade de fibrilação ventricular se a descarga elétrica se manifestar na fase crítica do ciclo cardíaco (diástole) e por um tempo superior a 200 ms.
Acima de 500 mA	Traumas cardíacos persistentes; nesse caso o efeito é letal, salvo intervenção imediata de pessoal especializado com equipamento adequado (desfibrilador).

**Fig. 19-3** – Ciclo cardíaco completo cuja duração média é de 750 milésimos de segundo.

Podem ser caracterizados quatro fenômenos patológicos críticos: a tetanização, a parada respiratória, as queimaduras e a fibrilação ventricular, que passamos a descrever sucintamente.

- **Tetanização:** é a paralisia muscular provocada pela circulação de corrente através dos tecidos nervosos que controlam os músculos. Superposta aos impulsos de comando da mente, a corrente os anula podendo bloquear um membro ou o corpo inteiro. De nada valem, nesses casos, a consciência do indivíduo e sua vontade de interromper o contato.
- **Parada Respiratória:** quando estão envolvidos na tetanização os músculos peitorais, os pulmões são bloqueados e pára a função vital de respiração. Trata-se de uma situação de emergência.
- **Queimaduras:** a passagem de corrente elétrica pelo corpo humano é acompanhada do desenvolvimento de calor por efeito Joule, podendo produzir queimaduras. As queimaduras produzidas por corrente elétrica são, geralmente, as mais profundas e as de cura mais difícil, podendo mesmo causar a morte por insuficiência renal.
- **Fibrilação Ventricular:** se a corrente atinge diretamente o músculo cardíaco, poderá perturbar seu funcionamento regular. Os impulsos periódicos que, em condições normais, regulam as contrações (sístole) e as expansões (diástole) são alterados: o coração vibra desordenadamente e, em termos técnicos, “perde o passo” (ver Figura 19-3). A situação é de emergência extrema, porque cessa o fluxo vital de sangue no corpo. Observe-se que a fibrilação é um fenômeno irreversível, que se mantém mesmo quando cessa a causa; só pode ser anulada mediante o emprego de um equipamento chamado “desfibrilador”, disponível, normalmente, apenas em hospitais e pronto-socorros.

20 – EXEMPLO DA TABELA DE ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL

Em um projeto de instalações elétricas, todos os materiais utilizados devem estar especificados tecnicamente e ter suas quantidades definidas.

Tabela 20-1 – Relação dos materiais, com seus quantitativos (especificação e contagem).

ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL	QUANTIDADE
<i>Condutor isolado, Cu/PVC, 450/750 V, tipo BWF, com isolamento em camada dupla, de acordo com a NBR 6148 (PIRATIC SUPER ANTIFLAM).</i>	
1,5 mm ² , isolamento preto	150 metros
1,5 mm ² , isolamento azul-claro	150 metros
2,5 mm ² , isolamento preto	200 metros
2,5 mm ² , isolamento azul-claro	200 metros
2,5 mm ² , isolamento verde ou verde-amarelo	200 metros
4 mm ² , isolamento preto	30 metros
4 mm ² , isolamento azul-claro	30 metros
4 mm ² , isolamento verde ou verde-amarelo	30 metros
<i>Eletroduto rígido de PVC, de acordo com a NBR 6150 (barras ou “varas” de 3 metros).</i>	
16 mm (½ ”)	96 metros
20 mm (¾ ”)	57 metros
25 mm (1 ”)	15 metros
32 mm (1 ¼ ”)	6 metros
<i>Disjuntor termomagnético em caixa moldada, de acordo com a NBR 5361, sem fator de correção para temperatura ambiente.</i>	
Monofásico, 10 A (Unipolar)	4 peças
Monofásico, 15 A (Unipolar)	7 peças
Monofásico, 25 A (Unipolar)	2 peças
Monofásico, 30 A (Unipolar)	1 peça
Trifásico, 40 A (Tripolar)	1 peça
<i>Disjuntor termomagnético com proteção diferencial-residual incorporada em caixa moldada, corrente diferencial-residual nominal de atuação igual a 30 mA (I_{ΔN}).</i>	
Trifásico, 40 A (Tetrapolar)	1 peça
<i>Equipamento (com espelho)</i>	
Interruptor de 1 seção (simples), 10 A	7 peças
Interruptor de 2 seções (duplo), 10 A	2 peças
Interruptor de 3 seções, 10 A	1 peça
Interruptor paralelo (three-way), 10 A	4 peças
Interruptor intermediário (four-way), 10 A	1 peça
Tomada universal (2P+T), 15 A	19 peças
Tomada universal (2P+T), 25 A	2 peças
Plafonier para ponto de luz	18 peças
Botão de campainha	1 peça
Campainha	1 peça

