
Instalações Elétricas Prediais e Industriais I – TE344

Dispositivo Diferencial Residual

UFPR – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DELT – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

PROF. DR. CLEVERSON LUIZ DA SILVA PINTO

Introdução

- Proteção contra choques elétricos
- Condição básica:
 - As partes vivas não devem ser acessíveis
 - As partes condutivas acessíveis não devem oferecer risco de choque elétrico em operação normal, e, no caso de ocorrência de falhas de isolamento, não devem oferecer risco de se tornarem partes vivas.
- Proteção total (Limitação da tensão - malha de aterramento)
- Proteção suplementar (dispositivos residuais – DR)

Correntes de fuga

É o termo geralmente utilizado para indicar o fluxo de corrente **anormal** ou **indesejada** em um circuito elétrico devido a uma fuga (geralmente um **curto-circuito** ou um caminho anormal de **baixa impedância**).

As Instalações elétricas sempre apresentam corrente de fuga.

Correntes de fuga

Os valores destas correntes que fluem para o terra depende de diversos **fatores**:

- Qualidade dos equipamento e componentes utilizados;
- Sistema elétrico mal dimensionado;
- Mão de obra de execução da instalação;
- Conservação e envelhecimento.
- Tipo da instalação (predial, residência, etc.).

Riscos das correntes de fuga

- Para as pessoas;
- Aumento de consumo de energia;
- Aquecimento indevido;
- Destruição da isolação;
- Incêndios.

Conceito de atuação

As correntes de fuga que provocam riscos às pessoas são causadas por duas circunstâncias:

- 1) Contato direto
- 2) Contato indireto

Contato Direto e Indireto

Para ambas as condições a ABNT NBR 5410 prescreve rigorosas medidas de proteção, que podem ser “ativas” ou “passivas”.

As **medidas ativas consistem na utilização de dispositivos e métodos** que proporcionam o seccionamento automático do circuito quando ocorrerem situações de perigo para os usuários.

As **medidas passivas, por sua vez, consistem no uso de dispositivos e métodos** que se destinam a limitar a corrente elétrica que pode atravessar o corpo humano ou a impedir o acesso às partes energizadas.

Contato Direto

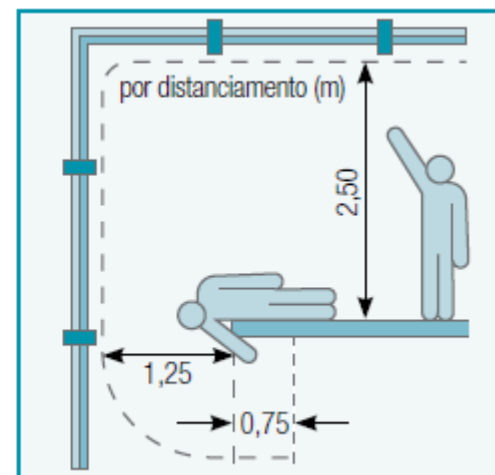
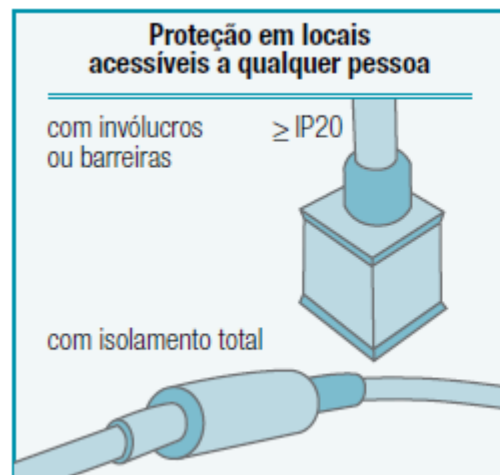
Se uma pessoa entra em contacto com uma parte ativa de um elemento sob tensão, por negligência ou desrespeito das instruções de segurança diz-se que ficou submetida a um contacto direto.



Contato direto

PROTEÇÃO CONTRA CONTATOS DIRETOS SEGUNDO A ABNT NBR 5410

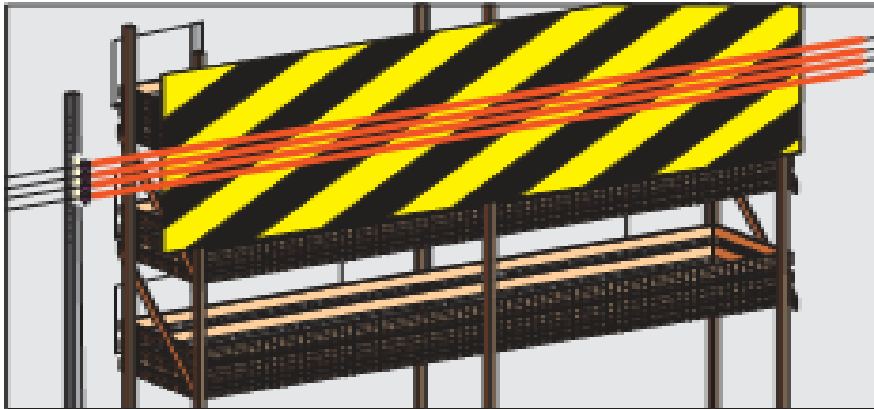
Proteção	Tipo de Medida	Sistema	Tipo de Pessoa
Total	Passiva	Isolação das partes vivas sem possibilidade de remoção	Comum
	Passiva	Invólucros ou barreiras removíveis apenas com chave ou ferramenta com intertravamento ou com uso de barreira intermediária	Comum
Parcial	Passiva	Obstáculos removíveis sem ferramenta	Advertida Qualificada
	Passiva	Distanciamento das partes vivas acessíveis	Advertida Qualificada
Complementar	Ativa	Circuito protegido por dispositivo DR de alta sensibilidade	Qualquer



Proteção contra contato direto

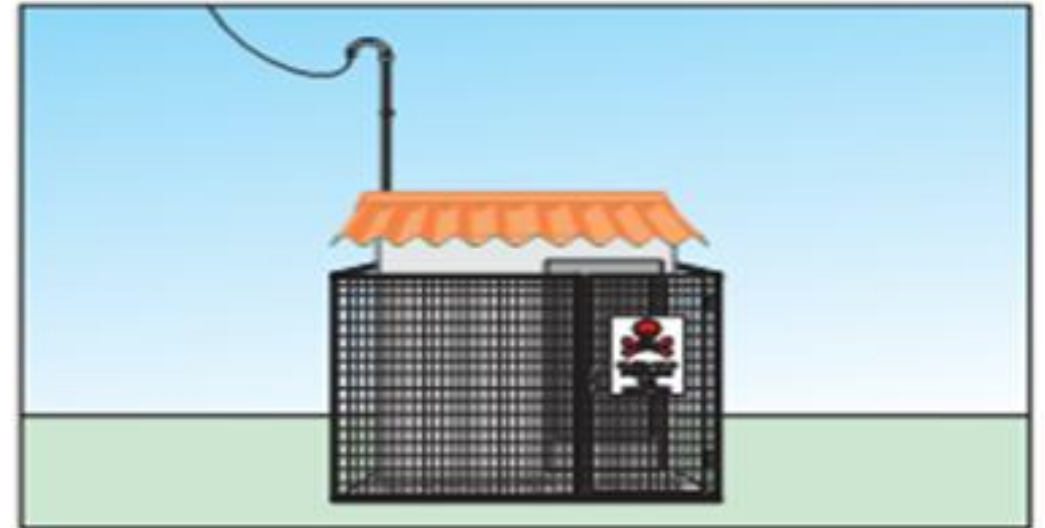
Barreiras ou invólucros

- Visa impedir todo contato com as partes vivas da instalação elétrica.



Obstáculos

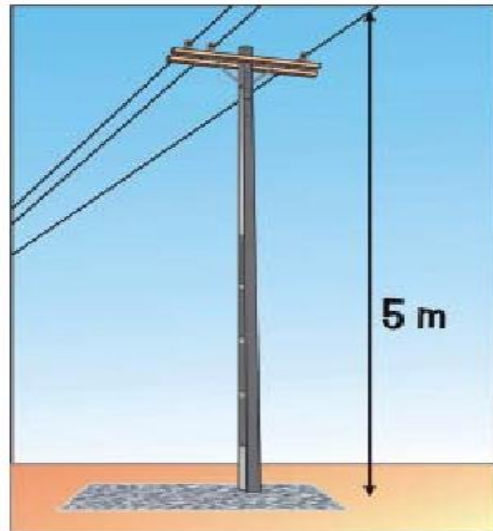
- Partes vivas são confinadas em compartimentos onde só é permitido acesso a pessoas autorizadas.



Proteção contra contato direto

Colocação fora de alcance

- Consiste em instalar os condutores energizados a uma altura/distância fora de alcance das pessoas e animais.



Isolação das partes vivas:

- Deve impedir o contato com as partes vivas da instalação através de uma isolação que somente possa ser removida com a sua destruição.



Contato Indireto

Se uma pessoa entra em contacto com um elemento que está accidentalmente sob tensão devido, por exemplo a um defeito de isolamento, a electrocussão é consequência de um defeito imprevisível e não da negligência da pessoa. Esse contacto designa-se por contacto indireto.

**Contato
indireto**

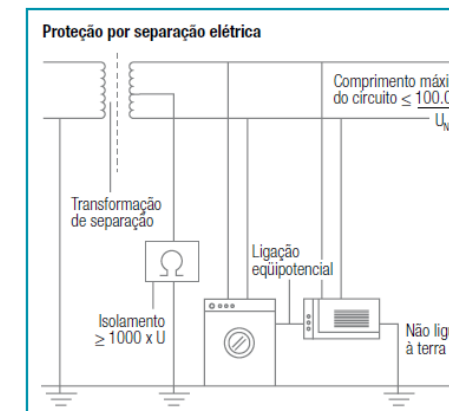
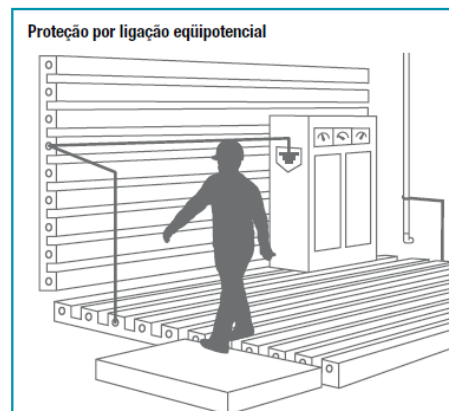
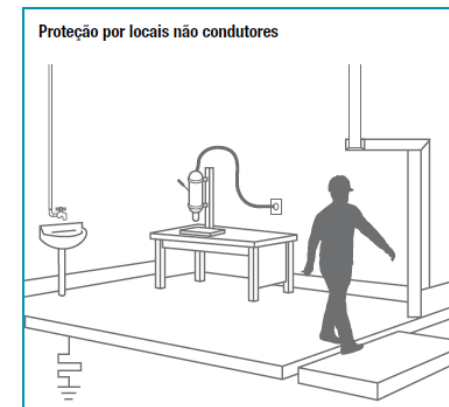
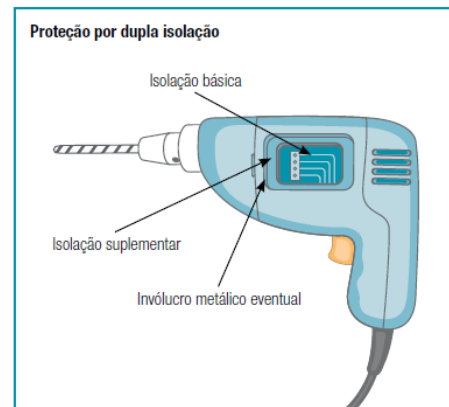
É o contato entre uma pessoa e uma parte metálica de uma instalação ou componente, normalmente sem tensão, mas que pode ficar energizada por falha de isolamento ou por uma falha interna.



Contato Indireto

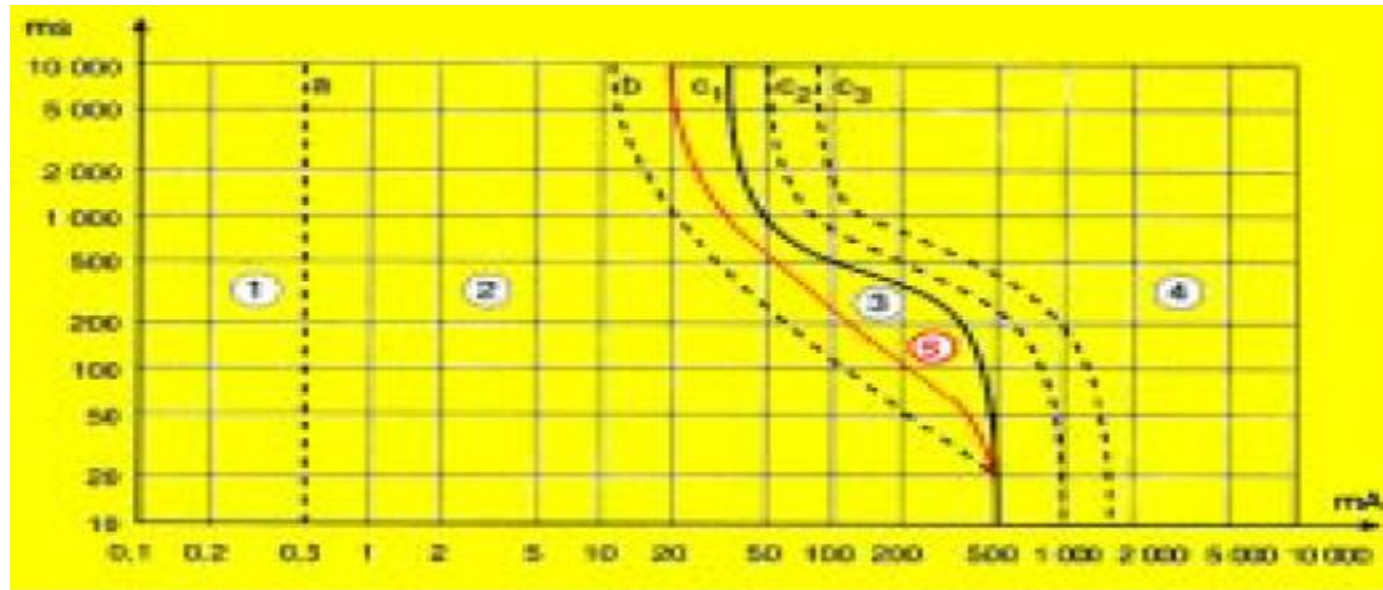
PROTEÇÃO CONTRA CONTATOS INDIRETOS SEGUNDO A ABNT NBR 5410

Tipo de Medida	Sistema
Passiva (sem seccionamento automático do circuito)	Isolação dupla
	Locais não condutores
	Separação elétrica
	Ligações equipotenciais
Ativa (com seccionamento automático do circuito)	Esquema TN
	Esquema TT
	Esquema IT



Limites de Suportabilidade e Sensibilidade

Baseado no trabalho desenvolvido por Darziel, a IEC 479-1 estabeleceu 4 zonas:



1 - imperceptível: as correntes abaixo de 0,5 mA podem passar por longos períodos pelo corpo sem causar mal ou reações (reta A).

2 - perceptível: as correntes abaixo de 10 mA por longos períodos (10s) e acima de 10 mA e tempos decrescentes (desde 10s até 20ms) embora sentidas pelas pessoas, também não causam mal (curva B).

3 - reações reversíveis: entre as curvas b e c, os valores correspondentes de i e t causam contração muscular.

4 - possibilidade de efeitos irreversíveis; limitados pelas curvas:

C1: não há fibrilação do coração

C2: 5% de probabilidade de fibrilação

C3: 50% de probabilidade de fibrilação

Proteção contra contato indireto

Os dispositivos à corrente diferencial-residual (**DR**) constituem-se no meio mais eficaz de proteção das pessoas e animais contra choques elétricos.

Não dispensam o uso de disjuntores e fusíveis.

DRs também diminuem consumo de energia.

Dispositivos Diferencial-Residuais (DR)

Os Dispositivos DR protegem contra os **efeitos nocivos** das correntes de fuga à terra garantindo uma **proteção eficaz** tanto à vida dos usuários quanto aos equipamentos.

A relevância dessa proteção faz com que a Norma Brasileira de Instalações Elétricas – **ABNT NBR** defina claramente a proteção de pessoas contra os perigos dos choques elétricos que podem ser fatais, por meio do uso do **Dispositivo DR** de alta sensibilidade ($\leq 30\text{mA}$).

Dispositivos Diferencial-Residuais (DR)

Características básicas

Os Dispositivos DR de corrente nominal residual ($I_{\Delta n}$) até **30 mA**, são destinados à **proteção de pessoas**.

Os Dispositivos DR de corrente nominal residual ($I_{\Delta n}$) de **100 mA a 1 A** ou superiores, são destinados apenas à **proteção patrimonial** contra os efeitos causados pelas correntes de fuga à terra, tais como: **consumo** excessivo de energia elétrica ou ainda **incêndios** provocados pelas falhas de isolamento.

Tipos de DR

IDR – Interruptor Diferencial Residual

Tem a função de DR, mas não protege contra correntes de sobrecarga e curto-circuito, exigindo um disjuntor termo-magnético para exercer esta função.

DDR – Disjuntor Diferencial Residual

Tem as funções de DDR e de disjuntor (proteção contra sobrecarga e sobrecorrente).

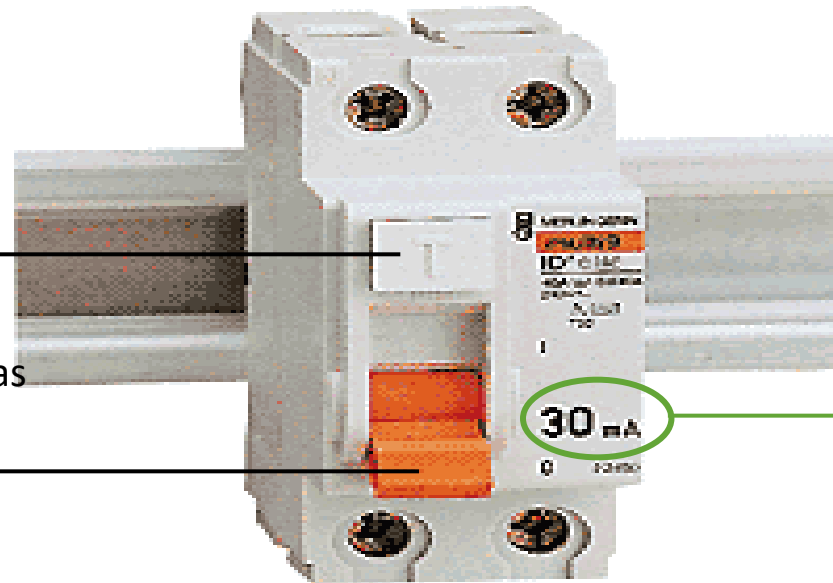
Como é um disjuntor, cada circuito deve ter um, o que torna a instalação mais cara se comparada a um IDR.

Protecção contra contactos directos – Protecção complementar

Para protecção das pessoas contra contactos directos, a norma preconiza essencialmente medidas preventivas que, em alguns casos podem ser complementadas pela instalação de dispositivos diferenciais de alta sensibilidade (de 6, 12 ou 30 mA).

Botão de teste para o ensaio periódico do diferencial.

Alavanca de comando de duas posições (Ligado/Desligado).

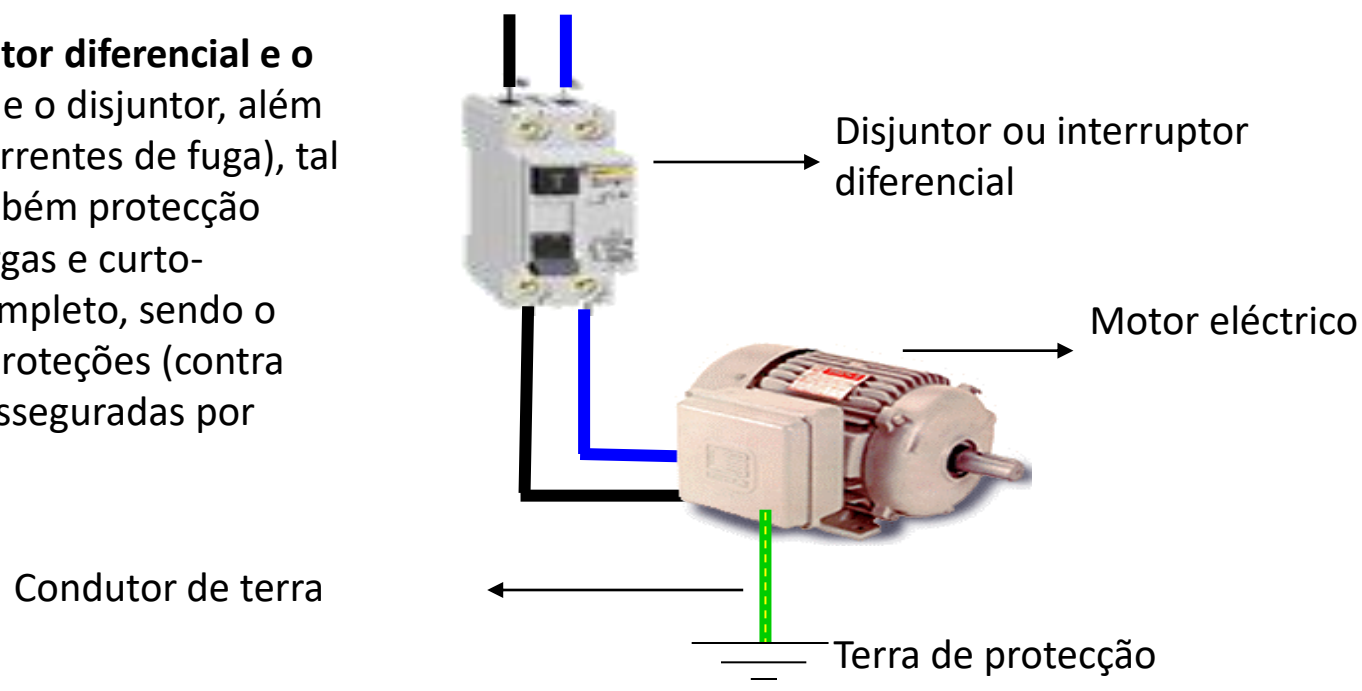


Sensibilidade do diferencial: 30mA (alta sensibilidade)

Protecção contra contactos indirectos

Para a protecção das pessoas contra os contactos indirectos no regime de neutro TT e TN, instala-se no início do circuito um disjuntor diferencial (DDR) ou interruptor diferencial (ID) e ligam-se as massas metálicas dos equipamentos a um condutor de terra que será ligado a um eléctrodo de terra.

A **diferença fundamental entre o disjuntor diferencial e o interruptor diferencial** reside no facto de o disjuntor, além de ter protecção diferencial (contra as correntes de fuga), tal como o interruptor diferencial, tem também protecção magnetotérmica, isto é, contra sobrecargas e curto-circuitos. Portanto o disjuntor é mais completo, sendo o interruptor utilizado quando as outras proteções (contra sobrecargas e curto-circuitos) já estão asseguradas por outros órgãos de protecção.



Dispositivos DR quando utilizar

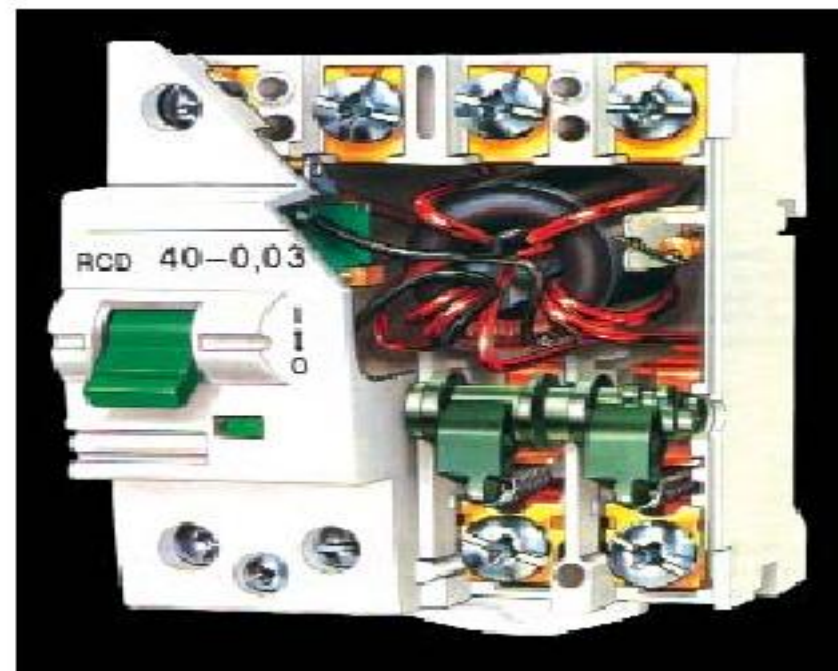
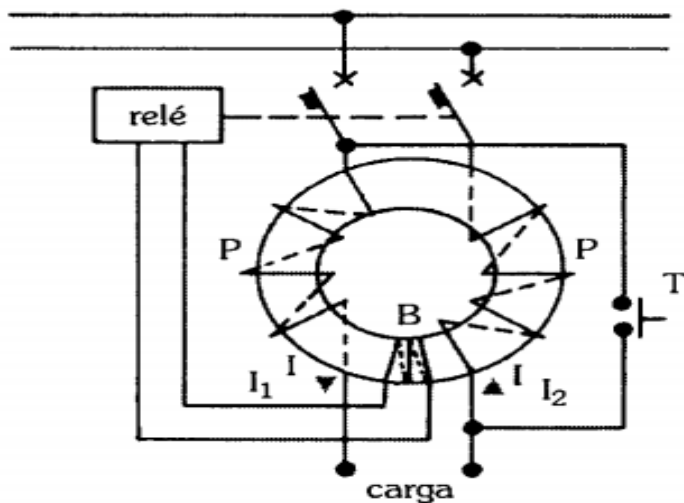
De acordo com o item 5.1.3.2.2 da norma NBR 5410, o dispositivo DR é obrigatório desde 1997 nos seguintes casos:

1. Em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais que contenham chuveiro ou banheira.
2. Em circuitos que alimentam tomadas situadas em áreas externas à edificação.
3. Em circuitos que alimentam tomadas situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos na área externa.
4. Em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas normalmente molhadas ou sujeitas a lavagens.

Dispositivo DR

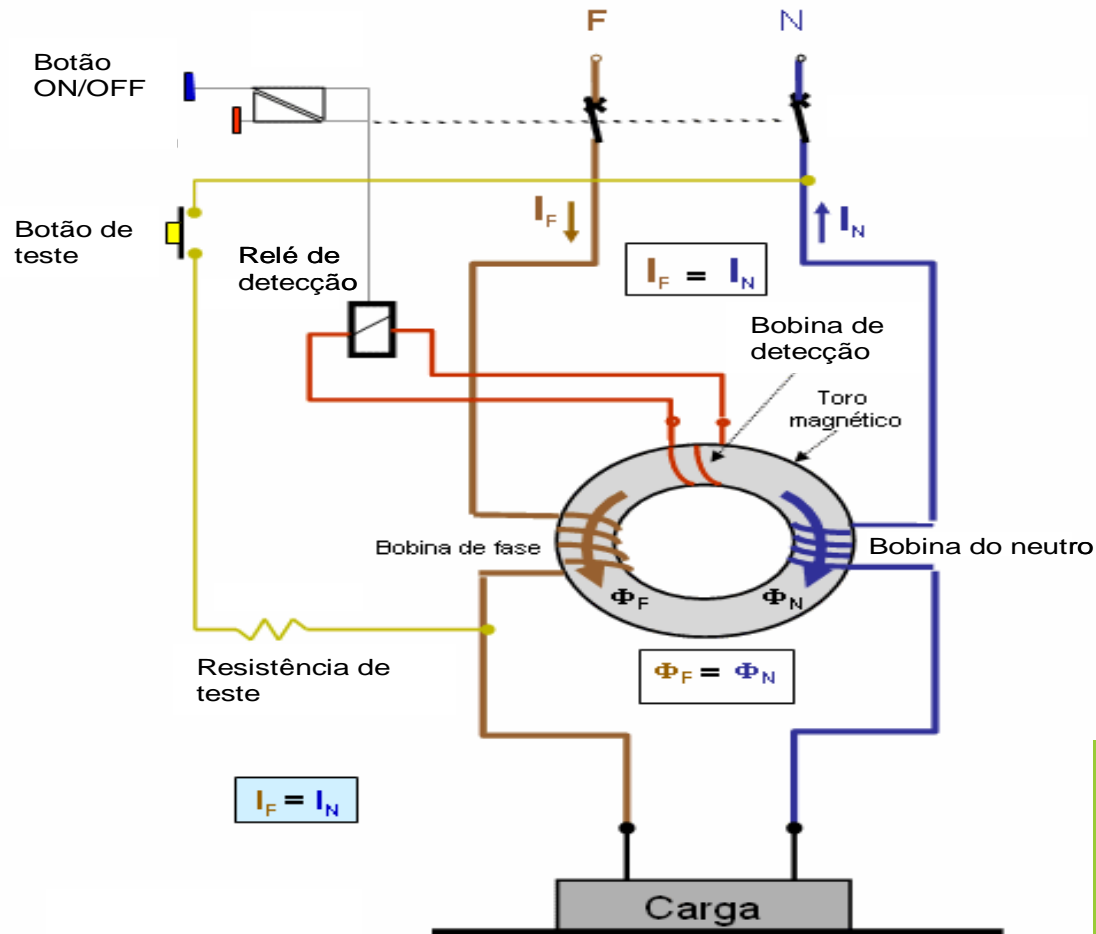
Princípio de funcionamento

Atuam quando há uma corrente residual (de fuga) circulando na instalação.



Fonte: Guia EM da NBR5410

Como funciona um diferencial



NA AUSENCIA DE DEFEITO:

$I_F = I_N$ (já que não há corrente de fuga para a terra).

$$\Phi_F = \Phi_N$$

$$\Phi_F - \Phi_N = 0$$

logo não há corrente induzida na bobina de detecção que acciona o relé. Os contatos continuam fechados. A instalação funciona normalmente.

NA PRESENÇA DE UM DEFEITO DE ISOLAMENTO:

$I_F > I_N$ (já que há corrente de fuga para a terra).

$$\Phi_F > \Phi_N$$

$$\Phi_F - \Phi_N \neq 0$$

logo há corrente induzida na bobina de detecção que acciona o relé. Os contatos abrem. A instalação é desligada.

http://youtube.com/watch?v=2vjWC_REhME

<https://www.youtube.com/watch?v=0lAdh7rRTY8>

Sensibilidade de um diferencial

A sensibilidade de um aparelho diferencial é o valor da corrente resultante de um defeito – Corrente diferencial - residual estipulada $I\Delta n$ – que faz abrir obrigatoriamente o circuito defeituoso.

Existem aparelhos diferenciais de alta, média e baixa sensibilidade.

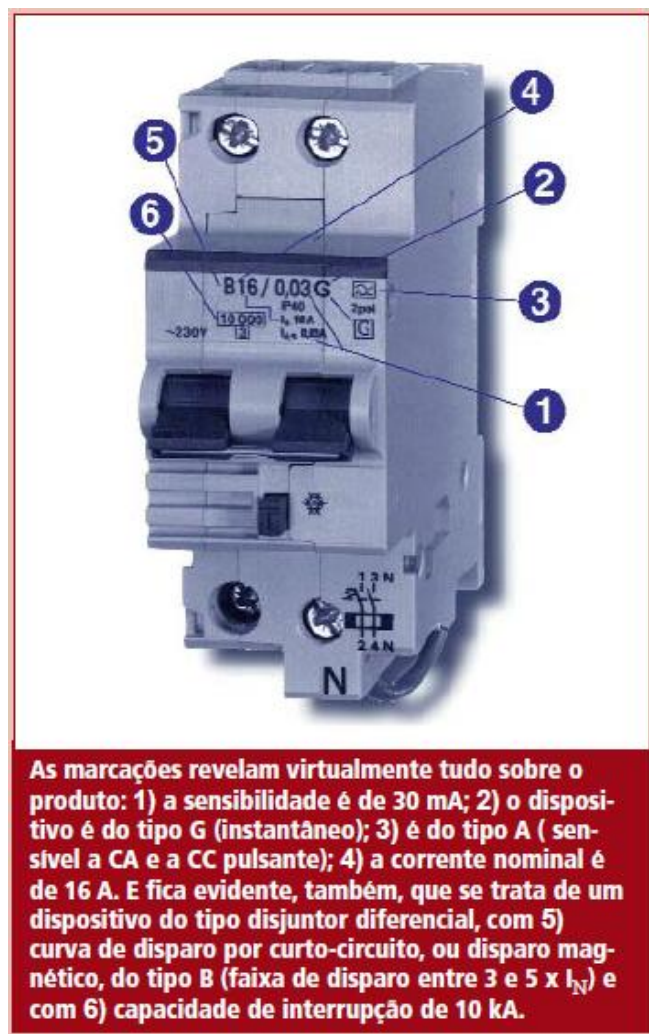
Sensibilidade	Alta (mA)	Média (mA)	Baixa (A)
$I\Delta n$	6 – 12 – 30	100 – 300 – 500	1 – 3 – 5 – 10 – 20





R – Resistência de terra de protecção em Ω .

$I\Delta n$ – Corrente de funcionamento do aparelho de protecção ou seja a corrente diferencial – residual estipulada do aparelho diferencial.

Conforme norma ABNT NBR NM 61008 (Interruptores a corrente diferencial-residual para usos doméstico e análogos sem dispositivo de protecção contra sobrecorrentes) o Dispositivo DR deve operar entre 50% e 100% da corrente nominal residual - $I\Delta n$.

O que significam as marcações



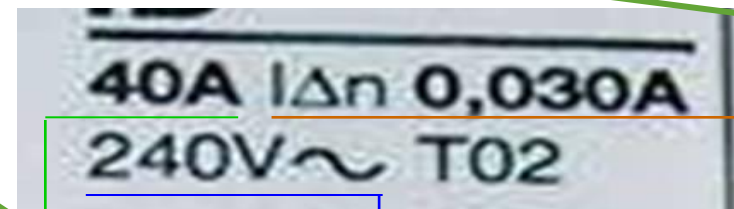
-  Significa que o dispositivo diferencial-residual é do **tipo AC**, sensível a correntes de falta CA.
-  Identifica os dispositivos diferenciais do **tipo A**, capazes de detectar correntes alternadas e correntes contínuas pulsantes (correntes que caem a zero, ou quase, por no mínimo meio-ciclo em cada ciclo completo da frequência da rede).
-  Informa que o dispositivo é sensível a correntes contínuas lisas ou virtualmente lisas — isto é, com reduzida ondulação. Nos documentos IEC, um dispositivo capaz de detectar todas as formas de corrente acima relacionadas (alternada, contínua pulsante e contínua pura) é classificado como **tipo B**.
-  Indica que o dispositivo é do **tipo** sem retardo, "instantâneo" ou, ainda, tipo **G**. O "**G**" vem de "uso geral", que é como as normas IEC qualificam tal dispositivo.

Fonte: Guia EM da NBR5410

O que significam as marcações



Interruptor Diferencial



Corrente diferencial residual estipulada
30mA (alta sensibilidade)

Tensão estipulada (U_N)

Corrente estipulada (I_N)

Escolha do dispositivos DR

A corrente nominal (I_n) do dispositivo DR deve ser maior ou igual à corrente do disjuntor.

Compatibilidade entre dispositivo DR e disjuntor

Corrente nominal (I_n) do disjuntor Merlin Gerin	Corrente nominal do dispositivo DR Merlin Gerin
10A	25A
16A	
20A	
25A	
32A	
40A	40A
50A	63A
63A	

← Disjuntor e dispositivo DR ideais para o exemplo

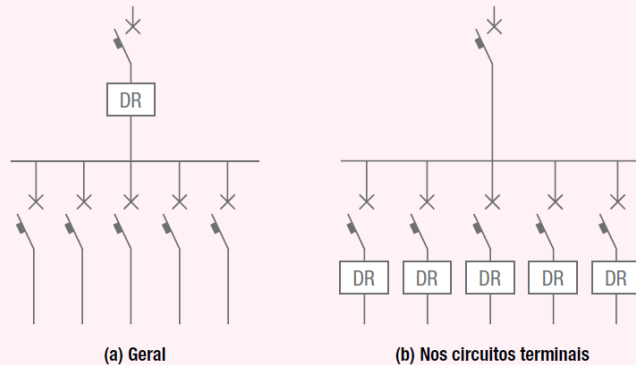
Especificação de DRs

Deve-se observar as características técnicas:

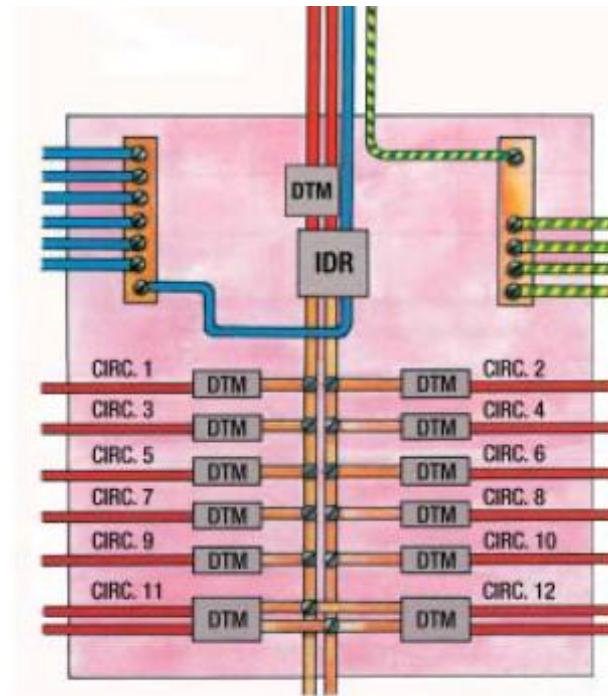
- Corrente nominal
- Corrente diferencial residual nominal
- Tensão nominal
- Capacidade de interrupção
- Frequência
- Número de pólos

Instalação de DR no quadro de distribuição

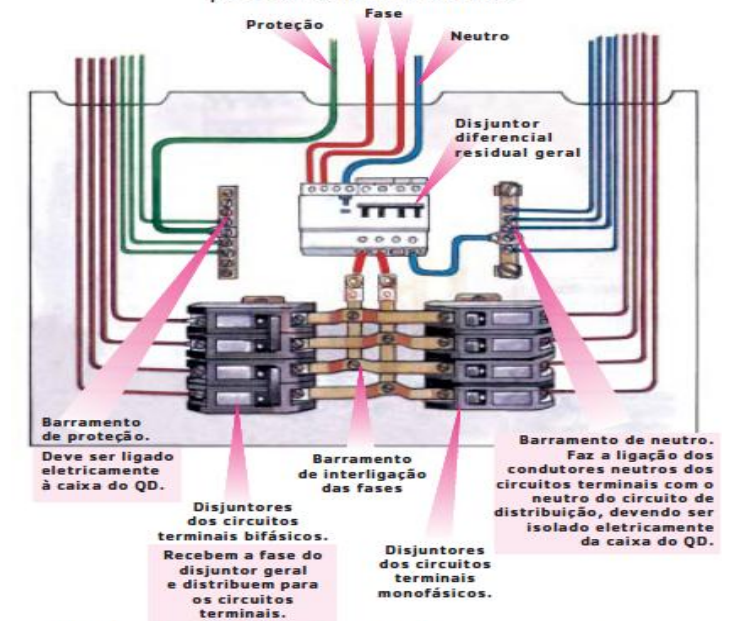
Uso dos dispositivos DR



Uso do DR geral

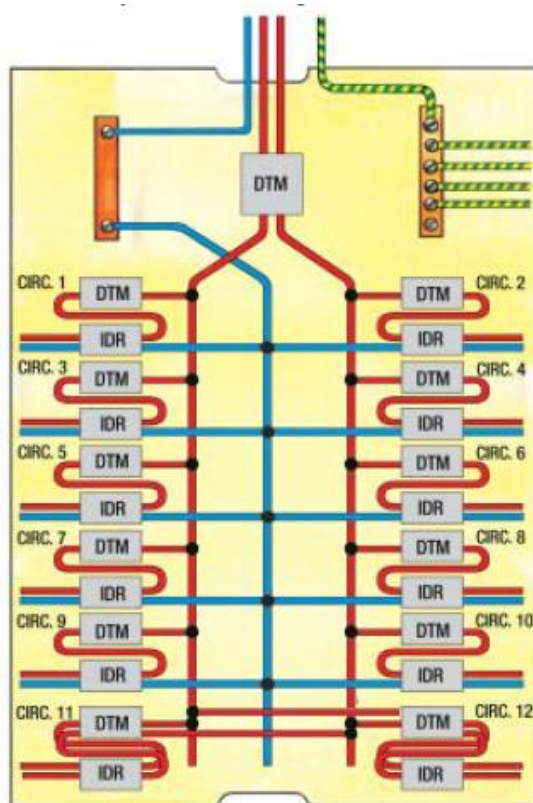


Este é um exemplo de quadro de distribuição para fornecimento bifásico.

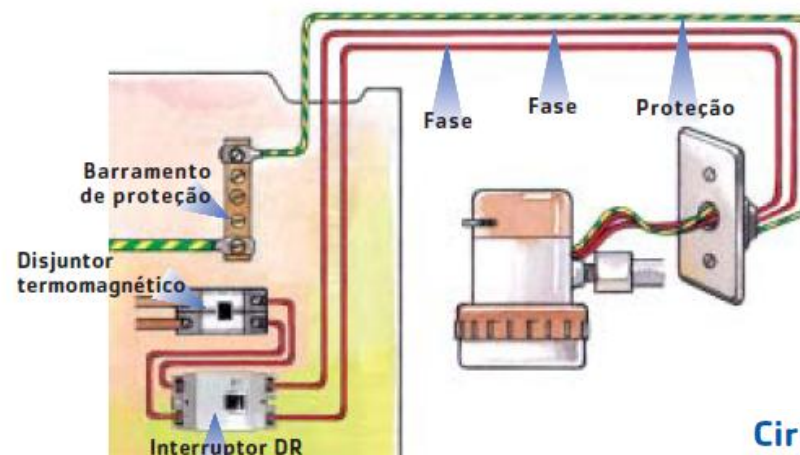


Instalação de DR no quadro de distribuição

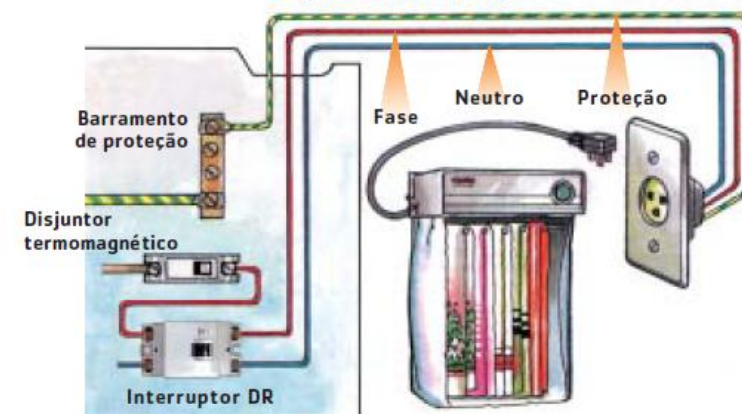
Uso do DR nos circuitos terminais



Circuito de Ponto de Tomada de Uso Específico (FF)



Circuito de Ponto de Tomada de Uso Específico (FF)



Dispositivos DR quando utilizar

Observações

- a exigência de proteção adicional por dispositivo DR de alta sensibilidade se aplica às tomadas de corrente nominal de **até 32 A**;
- quanto ao item 4, admite-se a **exclusão** dos pontos que alimentem **aparelhos de iluminação** posicionados a pelo menos **2,50 m do chão**;
- o dispositivo DR pode ser utilizado por ponto, por circuito ou por grupo de circuitos.

A NBR 5410, norma da ABNT sobre instalações elétricas de baixa tensão, **prescreve a separação dos circuitos** de iluminação e tomadas em todos os tipos de edificações e aplicações, independentemente do local (quarto, sala, etc).

Resumo sobre utilização das DRs

Devem ser utilizados para proteção:

- De pessoas e animais contra contatos acidentais com partes vivas da instalação elétrica;
- Contra perigos de incêndio devido a faltas à terra;
- Contra presença de faltas à terra por equipamentos em más condições;
- Em locais de grande concentração de umidade.

• DR: Supervisor da Instalação

• O DR não desobriga o uso das proteções contra sobrecorrentes.

• O DR não dispensa o aterramento das massas.

Devem ser providos de proteção diferencial-residual $\leq 30 \text{ mA}$:

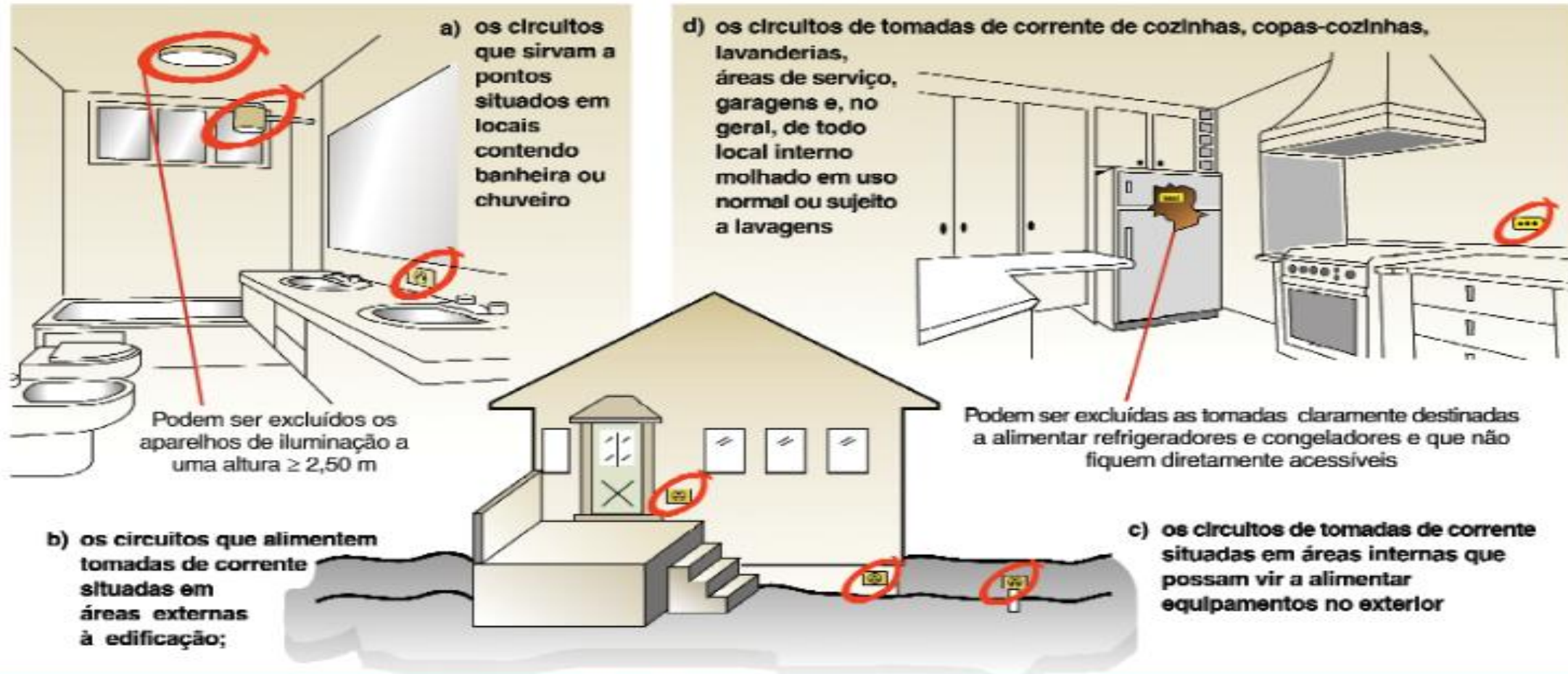


Fig.1 – Os casos (e exceções) em que a norma exige proteção diferencial-residual de alta sensibilidade ($I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$).

Extra baixa tensão: SELV e PELV

SELV (do inglês “separated extra-low voltage”): Sistema de extra baixa tensão que é eletricamente separada da terra de outros sistemas e de tal modo que a ocorrência de uma única falta não resulta em risco de choque elétrico.

PELV (do inglês “protected extra-low voltage”): Sistema de extra baixa tensão que não é eletricamente separado da terra mas que preenche, de modo equivalente, todos os requisitos de um SELV.

Os circuitos SELV não têm qualquer ponto aterrado nem massas aterradas. Os circuitos PELV podem ser aterrados ou ter massas aterradas.

Tensões dos sistemas SELV e PELV

A tensão nominal do sistema SELV ou PELV não pode exceder 50 V em corrente alternada ou 120 V em corrente contínua, mas dependendo das condições pode ser ainda menor:

- a) a tensão nominal do sistema SELV ou PELV não for superior a 25 V, valor eficaz, em corrente alternada, ou a 60 V em corrente contínua
- b) a tensão nominal do sistema SELV ou PELV não for superior a 12 V, valor eficaz, em corrente alternada, ou a 30 V em corrente contínua

Tomadas

- a) não deve ser possível inserir o plugue SELV ou PELV em tomadas de outras tensões;
- b) a tomada SELV ou PELV deve impedir a introdução de plugues referentes a outras tensões;
- c) as tomadas do sistema SELV não devem possuir contato para condutor de proteção

Fontes SELV ou PELV

- Transformador de separação de segurança
- Fonte de corrente que garanta um grau de segurança equivalente ao do transformador de separação de segurança especificado.
- Fonte eletroquímica (por exemplo, pilhas ou acumuladores)
- dispositivos eletrônicos, conforme as normas aplicáveis, nos quais tenham sido tomadas providências para assegurar que, mesmo em caso de falta interna, a tensão nos terminais de saída não possa ser superior aos limites indicados.
- USO
 - Utilizado em circuitos de comando.

Bibliografia

Projeto de Instalações Elétricas Prediais – Domingos Leite
Lima Filho

Manual Prysmian de Instalações Elétricas

Instalações Elétricas Prediais, Geraldo Cavallin & Severino
Cervelin