



Workshop

Instalações Elétricas de Baixa Tensão

 **PROCOPRE**
INSTITUTO BRASILEIRO DO COBRE

Schneider
 **Electric**

SUMÁRIO

- NORMAS TÉCNICAS
- LEGISLAÇÃO
- PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS
- ATERRAMENTO ELÉTRICO

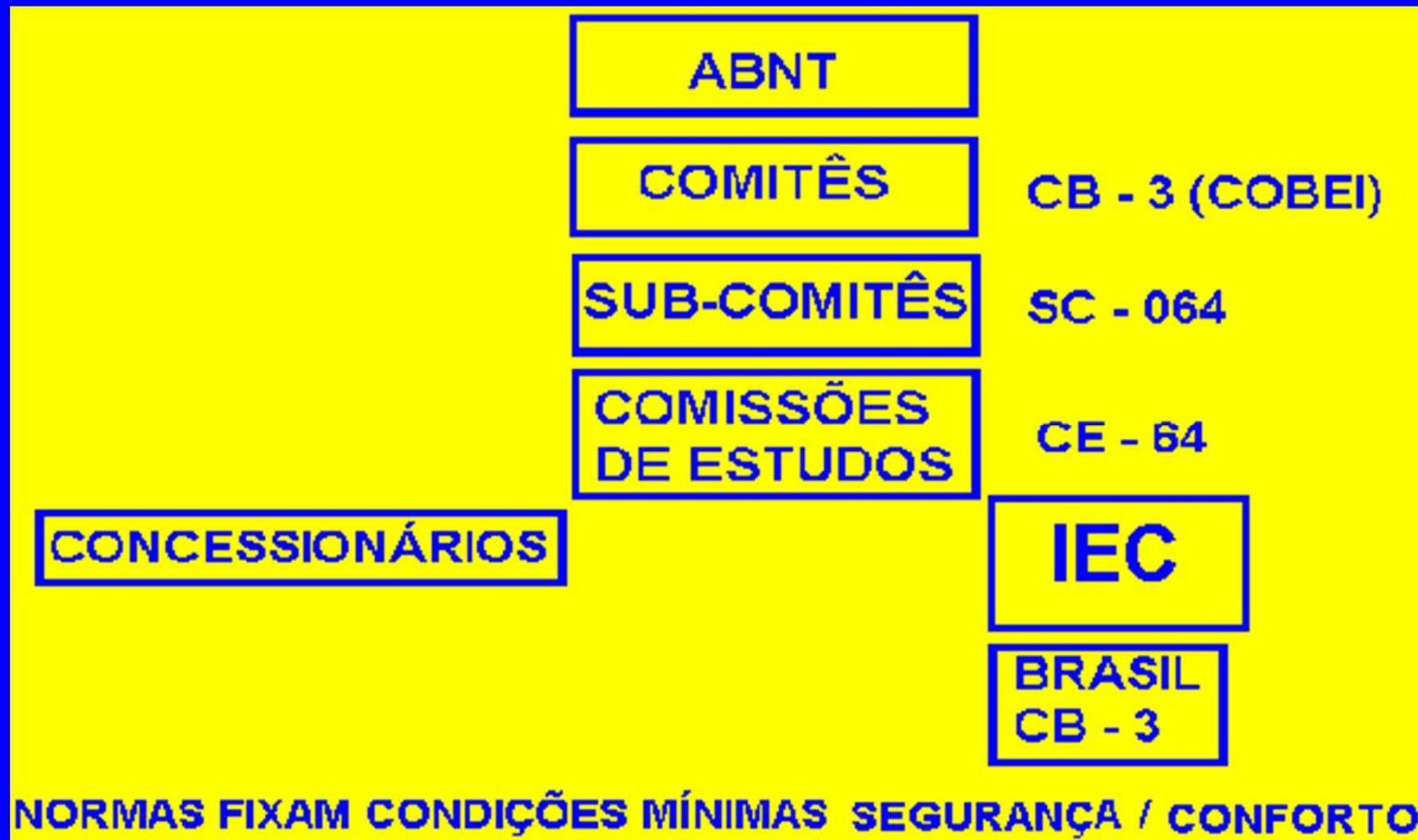
Normas Técnicas

Legislação



Norma Técnica

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- “Fórum Nacional de Normalização”



Legislação

- Boa parte dos profissionais da área tecnológica desconhece aspectos básicos, não somente da legislação específica da profissão (que deveria ser do conhecimento de todos os profissionais), mas também da legislação ordinária (comum).
- O desconhecimento leva os profissionais a enfrentar situações desagradáveis e acabam tendo enormes despesas financeiras com processos judiciais (advogado, indenizações etc) que poderiam ter sido evitadas.

Legislação

■ Culpa

- negligência
- imperícia
- imprudência

■ Responsabilidades:

- civil - relações patrimoniais (indenizações)
- criminal – pena de reclusão (crime culposo/doloso)
- administrativa – desde suspensão temporária até cancelamento do registro (CREA)

Legislação

- Tão importante como saber "o que fazer" é saber "como fazer", ou seja, devemos ter o conhecimento das normas técnicas e da legislação.
- habilitação vs qualificação.
- A norma técnica, em sua essência, é um mecanismo de uso facultativo, cuja função é orientar e uniformizar a produção.
- As normas podem ganhar status de requisito obrigatório caso o Estado determine.
- É o que acontece no caso do Código de Defesa do Consumidor (Lei Federal nº8078, de 11/09/90), que determina que nenhum produto ou serviço em desacordo com as normas técnicas brasileiras - e na ausência delas, normas internacionais ou estrangeiras - pode ser comercializado no Brasil.

Legislação

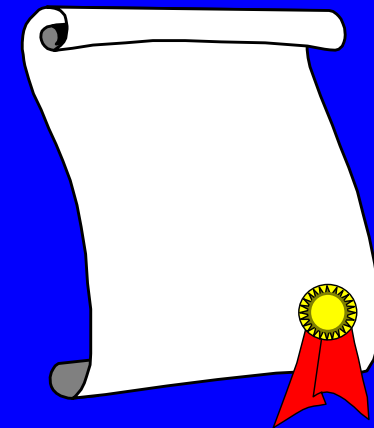
- O cumprimento das normas técnicas pode ser o diferencial jurídico que dá ganho ou perda de causa a uma empresa ou prestador de serviços, em casos de processos envolvendo acidentes ou danos materiais, por exemplo.
- Apesar do pouco destaque na mídia, é enorme a quantidade de processos abertos diariamente contra profissionais e empresas.
- Na maioria dos casos (o que é lamentável), as infrações são cometidas por puro desconhecimento da legislação.
- Para registrar uma denúncia ou se defender nos CREAs, não é necessário constituir advogado.

Legislação

- Aos profissionais, cabe conhecer a legislação que rege o exercício profissional (artigo 9º do Código de Ética) e a legislação geral (de acordo com a Lei de Introdução ao Código Civil, a ninguém é permitido desconhecer a lei)
- Aos órgãos de fiscalização, cabe uma atuação mais presente e enérgica, nem tanto para punir, mas para informar, orientar e coibir.

Legislação

- É importante que os profissionais tenham conhecimento das leis, resoluções e decretos apresentados a seguir, uma vez que estes documentos tratam de aspectos normativos e legais relativos à atividade de projetos de engenharia.



Legislação

■ Normas Regulamentadoras (NR) - SSMT/MTb

“NR-10 em 10.1.2 : Nas instalações e serviços em eletricidade, devem ser observadas no projeto, execução, operação, manutenção, reforma e ampliação, as normas técnicas estabelecidas pelos órgãos oficiais competentes e, na falta destas, as normas internacionais vigentes.”

■ Portaria nº 456/00 - ANEEL/MME

“Art. 3º - I a) Efetivado o pedido de fornecimento à concessionária, esta cientificará o interessado quanto à obrigatoriedade de observância, nas instalações elétricas da unidade consumidora, das normas... Oficiais... da Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT e das normas e padrões da concessionária, postos à disposição do interessado”

Legislação

■ Lei Federal nº 8078/90 - Código de Defesa do consumidor (CDC)

“Art. 39 - VIII : É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-CONMETRO.”

Art. 12 - Responsabilidade pelo Fornecimento do Produto.

Art. 14 - Responsabilidade pelo Fornecimento do Serviço.

Legislação

- LEI FED. Nº 8078/90 - Código de Defesa do Consumidor
- Art. 10 - O fornecedor não poderá colocar no mercado de consumo produto ou serviço que sabe ou deveria saber apresentar alto grau de nocividade ou periculosidade à saúde ou segurança.
Em outras palavras: "faça somente o que você conhece, pois não poderá mais tarde alegar desconhecimento..."
- Art. 14 - O fornecedor de serviços responde, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos relativos à prestação dos serviços, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua fruição e riscos.

Legislação

■ LEI FED. Nº 8078/90 - Código de Defesa do Consumidor

■ Art. 26 - O direito de reclamar pelos vícios aparentes ou de fácil constatação caduca em:

I - 30 dias (não duráveis)

II - 90 dias (duráveis)

■ § 3º - Tratando-se de vício oculto, o prazo decadencial inicia-se no momento em que ficar evidenciado o defeito (dentro de um prazo de 20 anos).

■ Art. 27 - Prescreve em cinco anos a pretensão à reparação pelos danos causados por fato do produto ou do serviço, iniciando-se a contagem do prazo a partir do conhecimento do dano e de sua autoria.

■ Art. 7 - Parágrafo Único - Tendo mais de um autor a ofensa, todos responderão solidariamente pela reparação dos danos previstos nas normas de consumo.

Legislação

■ Lei Municipal nº 11228 de 25/06/92 (código de Obras- SP)

■ 2.4.1 É obrigatória a assistência de profissional habilitado na elaboração de projetos, na execução, na implantação de obras...

■ 2.4.2.2 Para os efeitos desta lei, será considerado dirigente técnico da obra, o profissional responsável pela direção técnica das obras,... Respondendo por sua correta execução e adequado emprego de materiais, conforme projeto aprovado na “PMSP” e observância das *“Normas Técnicas Oficiais”*.

■ 9. Componentes:... Os componentes das edificações deverão atender as especificações constantes das “Normas Técnicas Oficiais.”

■ 9.1.1 O desempenho obtido pelo emprego de componentes.... Será de inteira responsabilidade do profissional que os tenha especificado ou adotado.

JUSTIÇA

Condenados fabricantes de chuveiro defeituoso

O juiz da 7ª Vara Criminal, Fernando Cirillo, condenou por homicídio culposo dois engenheiros e o dono da

Indústria e Comércio Ltda., fabricante da ducha. Há três anos, esse produto da empresa causou a morte de Paula de Castro Esposto, de 13 anos. Ela recebeu uma descarga de 220 volts e morreu eletrocutada durante o banho, em sua casa, na Rua da União, 420, apartamento 41, na Vila Mariana. A perícia constatou que a ducha tinha defeito.

O engenheiro de 47 anos, foi condenado a um ano de detenção. O engenheiro de 42, e o dono da empresa, de 30, receberam penas de 1 ano e 4 meses. Os três foram responsabilizados pela

tragédia por terem lançado o produto no mercado sem fazer teste de qualidade.

Os réus ainda não tomaram conhecimento oficialmente da sentença. Estão sendo intimados por carta precatória remetida à comarca de Avaré, onde moram. O juiz concedeu aos três o benefício da suspensão condicional da pena, pelo prazo de três anos, mas determinou que, no primeiro ano, prestem serviços à comunidade, ainda a ser estabelecidos.

Paula foi encontrada caída no box ainda segurando o tubo de desvio da água, por onde recebeu a descarga elétrica. A perícia apurou que o registro de aquecimento da ducha, recém-instalada na residência, entrava em curto-circuito com a carcaça, quando a água passava.

Instalação de chuveiro

A morte da jovem Stella Pessoa Alves, de 17 anos, por uma descarga elétrica, pode ter sido causada pela instalação irregular do chuveiro em sua residência

De Editoria Local

Os aparelhos elétricos, adquiridos para o conforto das pessoas em seus lares, consistem em verdadeiras armas brancas. Os usuários não têm a menor idéia sobre os riscos causados pelos equipamentos quando estes não são instalados de acordo com as normas de segurança. No caso de chuveiros, as precauções são ainda maiores, já que a água também é um condutor elétrico.

Exemplos tristes como o da estudante Stella Pessoa Alves, de 17 anos, que faleceu após receber uma descarga elétrica do chuveiro na última segunda-feira, podem ocorrer por falta de um sistema adequado de instalações elétricas, com um subdimensionamento da rede.

O Instituto Médico Legal (IML) registra anualmente três casos de mortes por descargas elétricas provocadas por aparelhos domésticos.

De acordo com explicações do engenheiro elétrico José Andrade Nobre, da empresa Instel, o chuveiro é o equipamento que traz mais riscos ao usuário, já que para aquecer a água são usadas resistências submersas.

Aterramento — Por isso, para evitar acidentes fatais é importante que o aparelho esteja conectado com um fio terra, que absorva eventuais descargas, como em um curto-circuito.

Pelas normas de segurança, todo aparelho elétrico tem que ser aterrado, principalmente os chuveiros, geladeiras, freezers, microondas e máquinas de lavar roupa.

A falta de um fio terra ligado ao sistema de aterramento do prédio, pode fazer com que

humano é formado basicamente por 70% de água, um dos elementos condutores de energia.

Entretanto, tudo depende da qualidade do sistema de aterramento dos edifícios e residências. Nobre informou que as pessoas, tendo certeza das condições da fiação dos prédios, podem até ligar chuveiros e equipamentos elétricos na fiação trovada.

Para eliminar dúvidas, o engenheiro explicou que devem ser identificados três sistemas de aterramento em uma mesma construção: o de para-raios e os aterramentos de massa (para eletrodomésticos) e telefônico. Nos edifícios comerciais, os condutores devem ser certificados pela existência de aterramento e do tipo que elimina os riscos de danos em computadores e aparelhos de fax.

Perigo à vista — O primeiro sinal de problemas na instalação de um chuveiro é quando outras torneiras da casa começam a promover descargas elétricas, os chamados "choquinhos". Os modelos nacionais mais comuns colocam as resistências em contato direto com a água, enquanto os chuveiros fabricados na Europa revestem o sistema de aquecimento com cobre, tornando-os blindados.

O principal problema verificado em apartamentos é o não dimensionamento da fiação do banheiro para a instalação de chuveiros mais potentes.

Mas, diante de produtos que garantam um aquecimento melhor e jatos de água mais fortes, as pessoas optam por aparelhos como o da marca Cardal, que atingem de 5.200 a 8.500 watts, enquanto a fiação atende aos tradicionais chuveiros, que variam



Nobre alerta para risco

car uma lâmpada", pondera o engenheiro.

Mesmo os modelos manuais de chuveiros precisam manutenção, no mínimo. Ao trocar uma resistência, portanto, limpar os pólos de contato, que, geralmente, ficam cobertos de limo; nunca conectar o fio do chuveiro ao cano de esgoto, como uma solução mais comum e aterrar as tomadas da casa.

O proprietário da empresa Instel, Delson Canargo, ressaltou que nos Estados Unidos é obrigatório que sejam instaladas madas triplas, onde uma das tomadas é de fio terra.

Circuito — A contratação de engenheiros ou técnicos especializados em eletricidade é dispensável para que o profissional avalie o circuito a que o chuveiro está ligado.

No caso da estudante Stella Pessoa Alves, o disjuntor não ter desarmado o circuito alimentava a ducha, fazendo com que a descarga continuasse transmitida, levando-a à morte.

Nobre explicou que o aparelho de oito mil watts, o correto seria instalar um disjuntor de 40 a 45 ampères e uma lâmpada fluorescente de

Domingo, 22 de novembro de 1998

DIÁRIO DO GRANDE ABC

Frentista morre eletrocutado em posto de S. Bernardo

Graciela Andrade

Da Redação

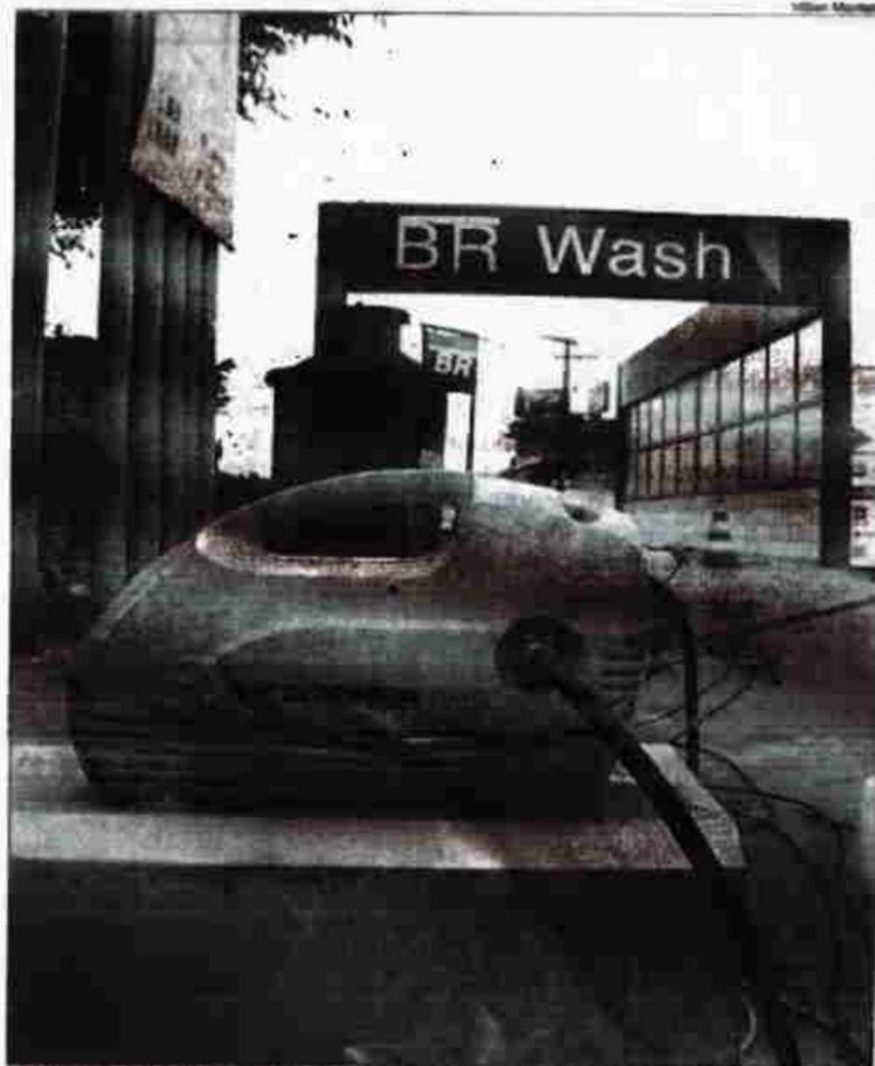
■ O frentista Adjailson Moraes de Oliveira, 25 anos, morreu na manhã de ontem quando trabalhava no Posto Avenida Antártico, no Jardim do Mar, em São Bernardo.

De acordo com informações do BO 9.683, registrado no 1º DP de São Bernardo, por volta das 8h15, Adjailson estava lavando um carro, quando foi mexer na máquina de lavar veículos, da marca Karcher, e sofreu um choque elétrico.

Os colegas de trabalho chamaram o resgate. O frentista foi socorrido e levado ao Pronto-Socorro Central da cidade, onde não resistiu aos ferimentos e morreu.

O gerente do posto, Dimas Rodrigues de Oliveira, não soube dizer ao **Diário** o que teria acontecido, já que não estava no momento do incidente. Segundo ele, Adjailson trabalhava no posto havia cerca de um mês.

De acordo com o delegado Nelson Neves de Oliveira, antes da perícia é difícil afirmar o que realmente aconteceu. "Somente as investigações vão poder dizer se houve negligência ou não por parte dos proprietários do posto", explicou. □



Máquina de lavar veículos na qual Adjailson sofreu choque elétrico

Macaé (RJ), terça-feira, 2 de março de 1999

Operário leva choque em rede de esgoto

O operário Ailton Antônio Moreira, 49 anos, levou um choque ontem ao desentupir uma rede de esgoto na Rua Teixeira de Gouveia, esquina com Rua Conde de Araruama. O fato ocorreu por volta das 15 horas. Ailton foi socorrido pelo 9º Grupo de Bombeiros Militar (9º GBM) e levado para o Pronto Socorro Municipal, onde foi medicado.

Segundo informações, Ailton

desentupia a rede de esgoto de uma loja situada na rua, quando ao mexer com o cano recebeu o choque. Testemunhas contam que, apesar do socorro ser prestado de forma rápida, Ailton ficou eletrocutado pelo choque durante algum tempo.

O operário foi levado para o Pronto Socorro, onde ficou em observação. Até o fechamento desta edição, Ailton estava fora de perigo.

02/12/98

O ESTADO DE S. PAULO - C11

Percussionista morre após levar choque

SALVADOR – O percussionista do grupo Olodum José Nilton Teixeira de Souza, de 22 anos, conhecido como *Zoião*, morreu de parada cardíaca na tarde de ontem. Ele passou mal em casa em decorrência, provavelmente, de choque elétrico provocado por um freezer. De acordo com os colegas, ele tomou banho de manhã e encostou-se, ainda molhado, no freezer, recebendo a descarga elétrica. Mais tarde, foi levado para o hospital, onde teve a parada cardíaca.

■ são paulo

Argentino de 7 anos morre em hotel na BA

CHRISTIANNE GONZÁLEZ
da Agência Folha, em Salvador

O garoto argentino Farid Affad, 7, morreu eletrocutado, anteontem à tarde, na piscina do Praia do Forte Eco Resort, um dos mais luxuosos do país.

O acidente ocorreu quando o menino nadava na piscina infantil, acompanhado de recreadores do hotel, localizado na praia do Forte (litoral norte da Bahia).

Segundo funcionários, Affad colocou a mão em um fio desencapado em um refletor localizado a meio metro da borda da piscina.

O menino foi levado ainda com vida à enfermaria, onde morreu após ser atendido por um médico.

O assessor de imprensa do resort, Oldack Miranda, negou que

a causa do acidente tenha sido um fio desencapado. Ele disse que o hotel vai aguardar a perícia.

O pai do menino, Falman Affad, a mãe, Ana Narcui (grávida de 6 meses), e outro filho deixaram o resort e foram para Salvador.

Além desse acidente, o hotel registrou pelo menos mais duas ocorrências envolvendo crianças na semana passada. As duas escoregaram na borda de outra piscina e tiveram que ser atendidas no centro médico.

A Agência Folha apurou que os hóspedes do Praia do Forte Eco Resort têm reclamado das condições inadequadas da área infantil.

Juntamente com o Club Med, em Itaparica, e com o Transamérica (ambos na BA), o Praia do Forte é considerado um dos me-

lhores hotéis de lazer do Brasil. A diária varia de R\$ 411 (apartamento duplo standard) a R\$ 614 (suite master). As reservas estão esgotadas até o próximo dia 12.

O hotel é um dos preferidos de políticos e artistas. Um de seus hóspedes mais assíduos é o presidente do Senado, Antonio Carlos Magalhães (PFL-BA).

JUIZO DE DIREITO DA 2ª VARA CÍVEL
COMARCA DE FLORIANÓPOLIS

MANDADO DE CITAÇÃO

Autos:

Ação: EXECUÇÃO

Autor:

Réu : EMPREENDIMENTOS E ENGENHARIA LTDA E OUTROS.

OBJETIVO: A citação de EMPREENDIMENTOS E ENGENHARIA LTDA, nas pessoas dos sócios para, em 10(dez)dias, cumprirem a obrigação contratual de fazer todos os serviços ainda não executados ou os executados em desatenção às normas da ABNT, sob pena de multa de 10%(dez por cento) sobre o valor das parcelas já pagas pelos autores por dia de atraso.

O Juiz de Direito, Doutor ANTÔNIO DO RÊGO MONTEIRO ROCHA,

MANDA ao Oficial de Justiça designado que, em cumprimento do presente, extraído dos autos do processo acima referido, se dirija ao local indicado, ou onde lhe for apontado e proceda à citação da ré, com observância das formalidades legais, fazendo-lhe, outrossim, a advertência de que não sendo contestada a ação presumir-se-ão aceitos como verdadeiros os fatos articulados pela parte autora na inicial.

Florianópolis, 03 de abril de 1997.

Eu, Ligia Maria Bach Costa, Escrivã Judicial, o subscrevo.

ANTÔNIO DO RÊGO MONTEIRO ROCHA
Juiz de Direito

modelo\mandado\citação\cobrança

Dispositivos de proteção contra choques elétricos e Esquemas de aterramento



Assuntos abordados

- Contato direto
- Contato indireto
- Choques elétricos
- Dispositivo diferencial residual
- Esquemas de aterramento

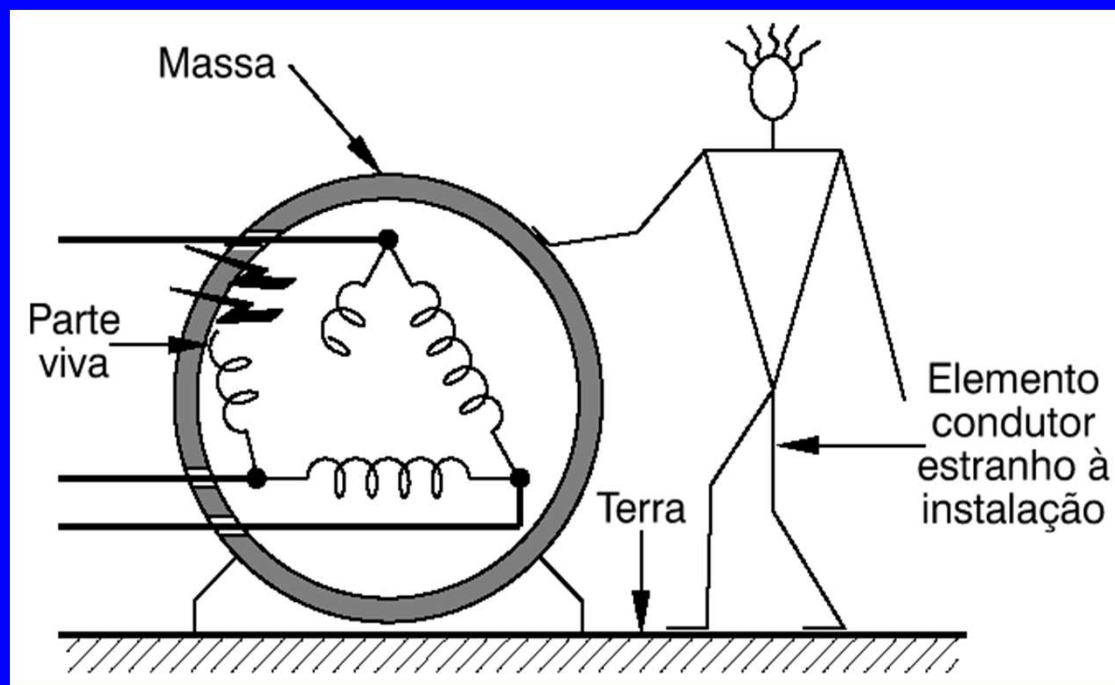
Introdução

- O aterramento e a escolha dos dispositivos de proteção, estão entre as principais fontes de problemas nas instalações elétricas de baixa tensão.
- Isto se dá em virtude de idéias e procedimentos totalmente equivocados, seguidos e postos em prática pelos projetistas e instaladores. Veja alguns:
 - *como em um passe de mágica, as correntes que vão para a terra são por ela absorvidas;*
 - *para proteger contra choques elétricos, basta aterrar as “massas” dos equipamentos (carcaças e invólucros metálicos) — o que é pior: usando, para isto, o condutor neutro;*
 - *o aterramento dos equipamentos eletrônicos deve ser independente do aterramento da telefonia, que, por sua vez, deve ser independente da proteção contra descargas atmosféricas, que, por sua vez, ...*

Introdução

- São três elementos fundamentais no estudo da proteção contra choques elétricos:

- Parte viva
- Massa
- Condutor estranho à instalação



Introdução

- **PARTE VIVA:** A parte condutora de um componente elétrico ou de uma instalação, com diferença de potencial em relação à terra (inclui a(s) fase(s) e o neutro).
- **MASSA:** A parte condutora de um componente elétrico ou de uma instalação, que pode ser tocada facilmente e que, normalmente, não é viva, mas assim pode tornar-se em condições de faltas e defeitos (carcaças metálicas dos equipamentos são exemplos típicos)
- **CONDUTOR ESTRANHO À INSTALAÇÃO:** elemento condutor, que não faz parte da instalação, mas que nela pode introduzir um potencial (geralmente o da terra). Dois exemplos típicos: o corpo humano e as tubulações metálicas das residências

Choque elétrico

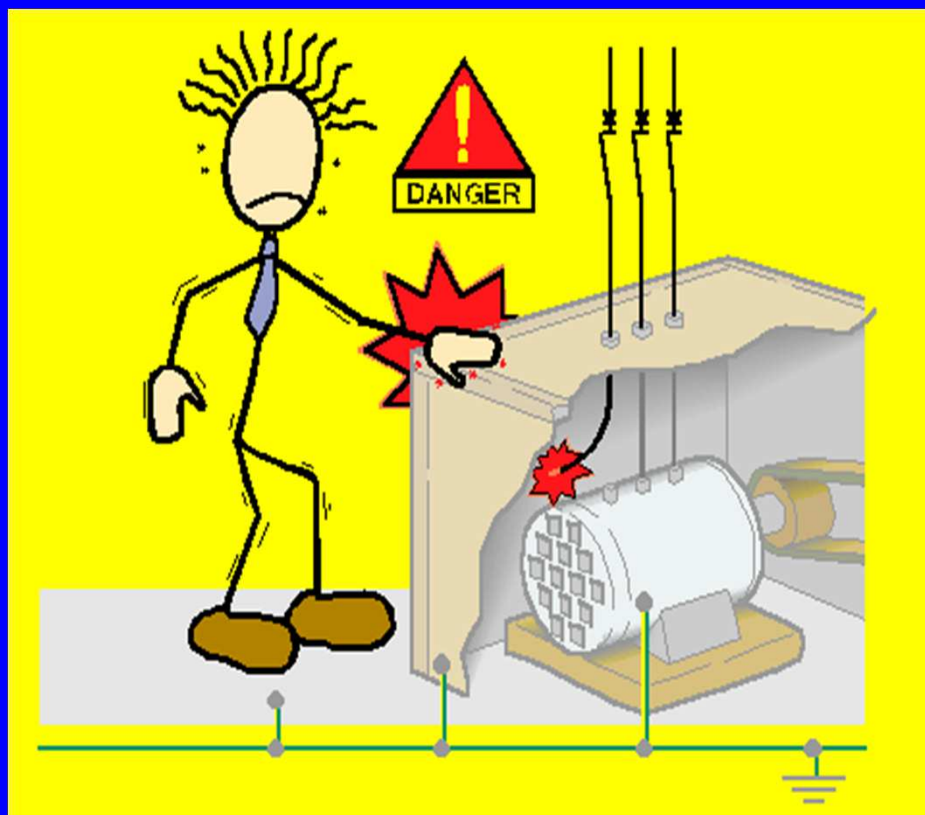
Contato Direto



Ocorre quando a parte viva é tocada. Na maioria dos casos, o contato com a parte viva resulta de falha de isolamento, ruptura ou, até mesmo, de remoção indevida de partes isolantes (sub- produtos da imprudência e negligência).

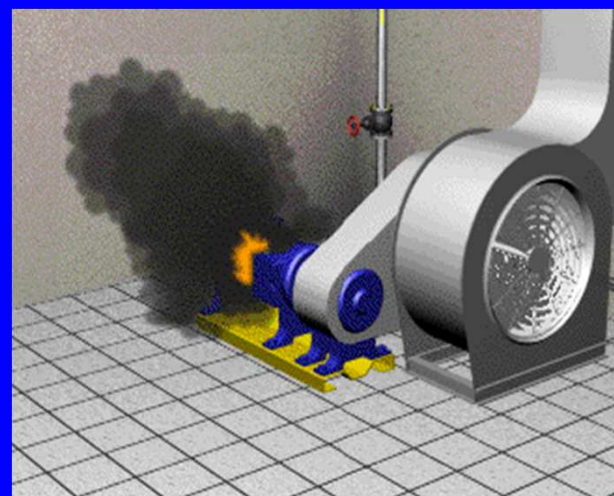
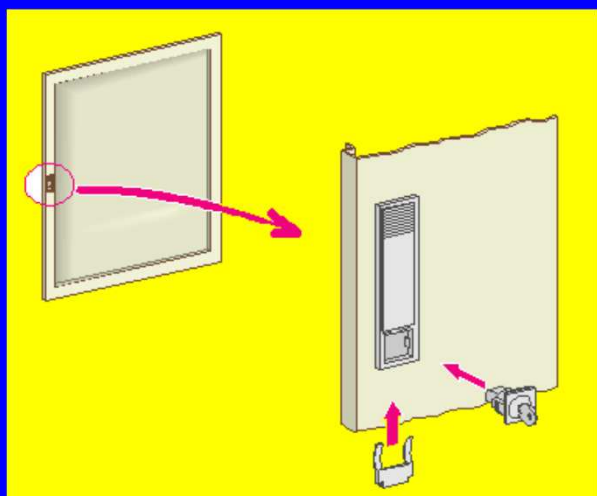
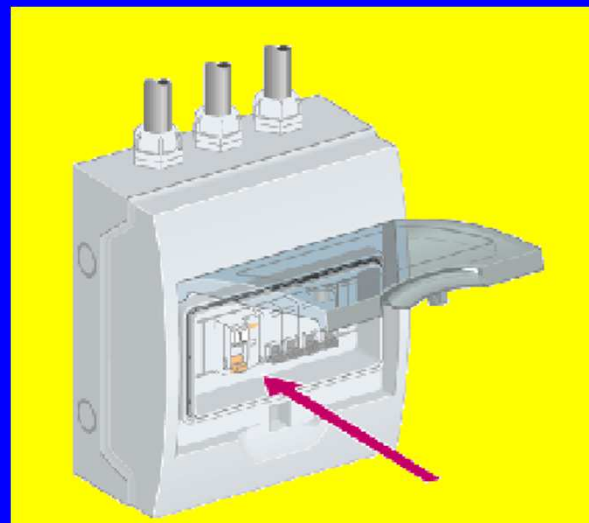
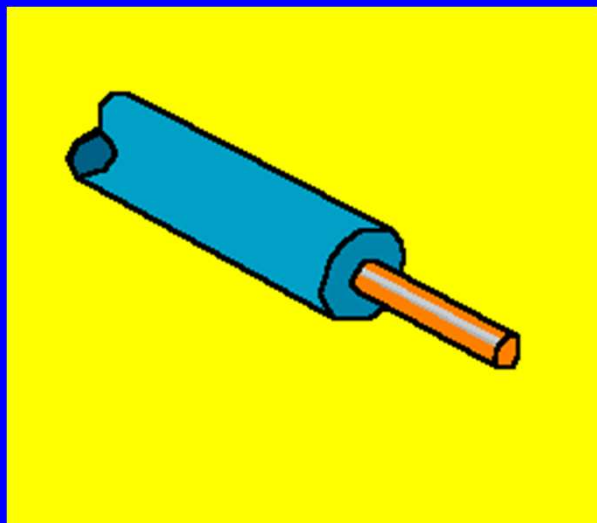
Choque elétrico

Contato Indireto



Quando é tocada uma massa que, por falta ou defeito interno, está-viva. O choque por este tipo de contato é imprevisível e mais freqüente do que se imagina, razão que levou a NBR 5410 a lhes dar ênfase especial.

Proteção contra contatos diretos



Proteção contra contatos indiretos



Os perigos da corrente elétrica

- Qualquer atividade biológica, seja glandular, nervosa ou muscular, é originada por impulsos elétricos. Quando, por choque, à corrente fisiológica soma-se outra de origem externa, as funções vitais do organismo humano são alteradas e, dependendo de certos fatores, poderá acarretar até a morte.
- Fundamentalmente, são quatro os efeitos que a corrente elétrica produz no organismo humano

Os perigos da corrente elétrica

- **TETANIZAÇÃO** — contração muscular provocada pela circulação da corrente através dos tecidos nervosos. Este efeito sobrepõe-se ao comando cerebral. A partir de certo valor (em corrente alternada, 50/60Hz: 6 a 14mA, para mulheres, e 9 a 23mA, para homens), a corrente provoca a contração total do músculo, impedindo, por exemplo, que algum objeto que esteja sendo segurado possa ser largado, motivo de ser conhecido como *limiar de não largar*.

Os perigos da corrente elétrica

- **PARADA RESPIRATÓRIA** — se a corrente de choque atingir valores superiores aos do limiar de não largar, a tetanização atinge os músculos peitorais e a função respiratória é afetada. Por esta razão, é importante a respiração artificial no socorro imediato às vítimas de choque elétrico.

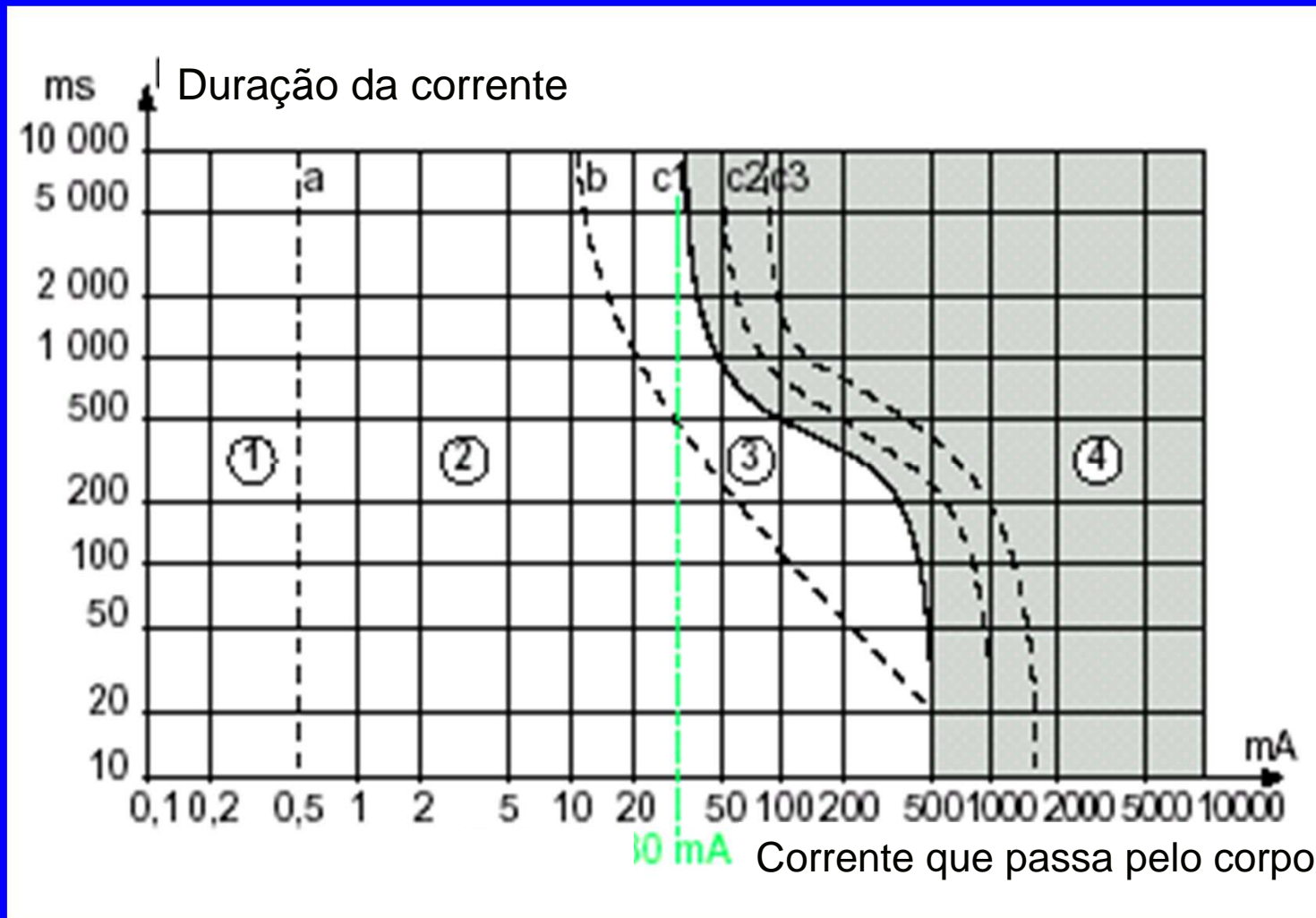
Os perigos da corrente elétrica

- **QUEIMADURA** — como o corpo humano tem certa resistência elétrica, a circulação de corrente provoca calor (Efeito Joule), produzindo queimaduras, que são mais intensas nos pontos de entrada e saída da corrente (onde a densidade de corrente é maior, pois, não só a resistência da epiderme é superior a dos tecidos internos, como também há a resistência da interface de contato). As queimaduras por choque são profundas e podem levar à morte por insuficiência renal.

Os perigos da corrente elétrica




- **FIBRILAÇÃO VENTRICULAR** — no ser humano, o músculo cardíaco contrai-se 60 a 100 vezes por minuto em virtude dos impulsos elétricos gerados no nódulo seno-atrial do coração. Quando a estes, somam-se e sobrepõem-se impulsos externos devidos a choque elétrico, dependendo da intensidade da corrente e da duração do contato, a frequência do batimento poderá ser alterada, produzindo arritmia, e o coração não ser mais capaz de exercer sua função vital. A fibrilação ventricular é praticamente irreversível, pois, apesar dos bons resultados que podem ser conseguidos pelo pronto socorro com desfibriladores cardíacos, via de regra não há tempo para usá-los, já que o tempo para comprometimento do coração e do cérebro é de apenas três minutos.

ZONAS TEMPO-CORRENTE DOS EFEITOS DE CORRENTE ALTERNADA (15 A 100 Hz) SOBRE PESSOA IEC 479



- ① Nenhum efeito perceptível
 - ② Efeitos fisiológicos geralmente não danosos
 - ③ Efeitos fisiológicos notáveis (parada cardíaca, parada respiratória, contrações musculares) geralmente irreversíveis.
 - ④ Elevada probabilidade de efeitos fisiológicos graves e irreversíveis:
 - fibrilação cardíaca,
 - parada respiratória.
- C1:** não há fibrilação do coração.
C2: 5% de probabilidade de fibrilação
C3: 50% de probabilidade de fibrilação.

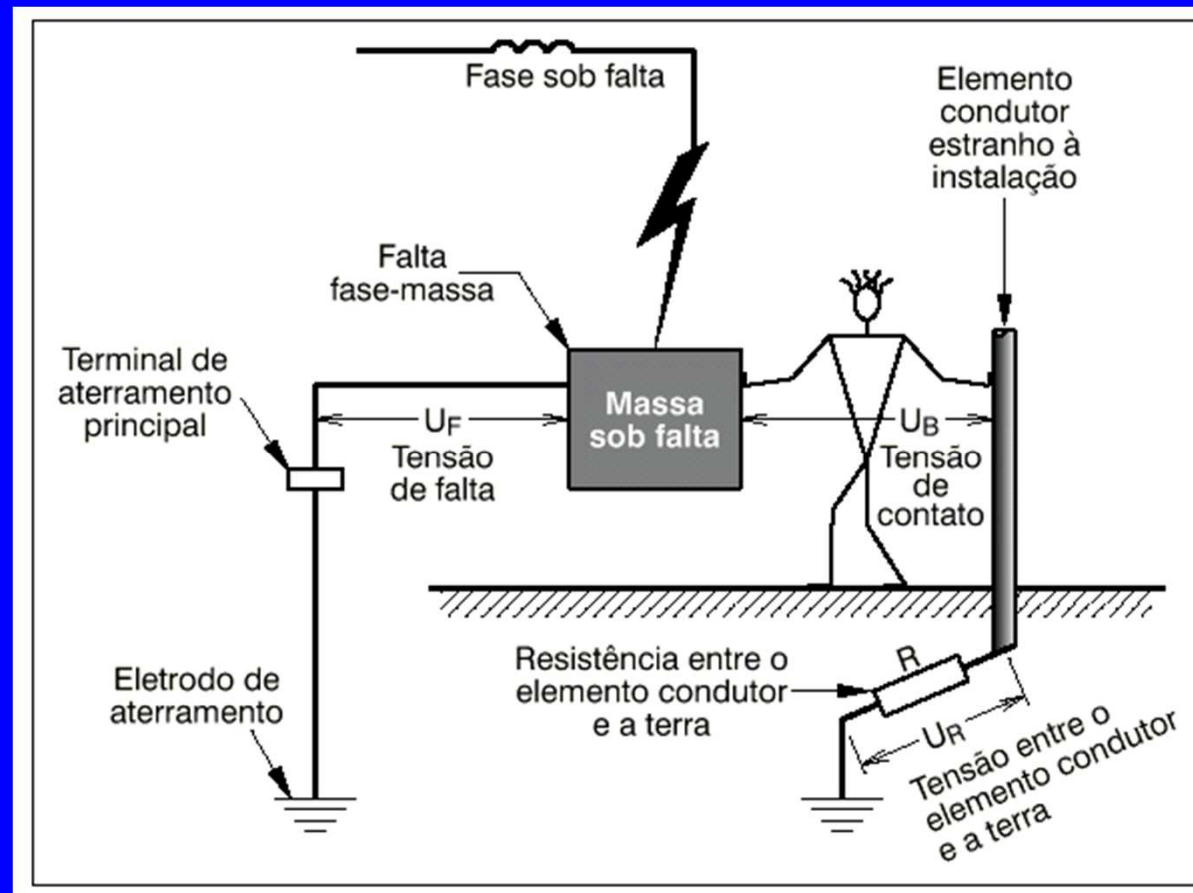
Choque Elétrico

Efeitos fisiológicos da corrente elétrica		
CA-15 a 100Hz - trajeto entre extremidades do corpo, pessoas de, no mínimo, 50kg de peso		
Faixa de corrente (mA)		Reações fisiológicas habituais
500 mA		Parada cardíaca
30 mA		Risco de fibrilação cardíaca irreversível
10 mA		Nenhum efeito perigoso se houver interrupção em no mínimo 5 segundos
0,5 mA		Ligeira contração muscular
0,1 mA		Sensação de formigamento

Proteção contra choques elétricos (NBR 5410/97)

- A intensidade da corrente depende da diferença de potencial a que o indivíduo fica submetido por ocasião do choque e da impedância do trajeto que a corrente percorre, para a qual contribuem a resistência do corpo e a resistência de contato.
- A NBR 5473 define tensão de contato U_B como a que pode aparecer acidentalmente entre dois pontos simultaneamente acessíveis —no choque elétrico, a tensão de contato é a diferença de potencial a que a pessoa fica sujeita ao tocar simultaneamente dois pontos que se encontrem sob potenciais diferentes.
- O perigo não está em tocar um objeto sob tensão, mas em tocar simultaneamente objetos sob tensões diferentes.

Proteção contra choques elétricos (NBR 5410/97)



Proteção contra choques elétricos (NBR 5410/97)

Tabela 8.5
Resistência Elétrica do Corpo Humano conforme as
Condições de Umidade da Pele e
Respectivas Correntes de Choque para Alguns Valores de Tensão de Contato

Tensão de Contato [V]	Condições de Umidade da Pele							
	BB1		BB2		BB3		BB4	
	R [Ω]	I [mA]	R [Ω]	I [mA]	R [Ω]	I [mA]	R [Ω]	I [mA]
10	6500	1,6	3200	3	1200	8	500	20
25	5000	5	2500	10	1000	25	400	50
50	4000	12,5	2000	25	875	57	300	165
100	2200	45	1500	70	730	140	260	370
250	1000	230	1000	230	650	500	200	1000

Definição dos Códigos BB1 a BB4

BB1: resistência elétrica do corpo elevada; característica de condições secas; típica de circunstâncias nas quais a pele está seca, sem nenhuma umidade, inclusive suor.

BB2: resistência elétrica do corpo normal; característica de condições úmidas; típica de passagem da corrente elétrica de uma mão à outra ou de uma mão a um pé, com a pele úmida (suor) e a superfície de contato sendo significativa (por exemplo, um elemento está seguro dentro da mão).

BB3: resistência elétrica do corpo fraca; característica de condições molhadas, típica de passagem da corrente elétrica entre as duas mãos e os dois pés, estando as pessoas com os pés molhados ao ponto de se poder desprezar a resistência da pele e dos pés.

BB4: resistência elétrica do corpo muito fraca, característica de condições imersas, típica de pessoas imersas n'água, por exemplo em banheiras e piscinas.

Proteção contra choques elétricos (NBR 5410/97)

Exemplificando Como Analisar os Efeitos dos Choques

Um chuveiro elétrico (100V – 4400W), ligado a uma tubulação de plástico, apresenta falha de isolamento. O que acontece se, ao tomar banho, a pessoa tocar sua massa?

Resposta:

- a umidade da pele é a do código BB3 da tabela 8.5;
- pela tabela 8.5, na tensão de contato de 100V, a corrente de choque é de 140mA para BB3;
- pela figura 1 se o contato for interrompido em menos de 75ms, não deverá haver efeitos fisiológicos danosos, pois recairia na zona 2. Caso contrário, haverá efeitos fisiológicos notáveis, pois recairia na zona 3.

Proteção contra choques elétricos (NBR 5410/97)

■ Classes de medidas de proteção:

- **ATIVAS:** impõe o seccionamento automático da alimentação, para impedir que tensões de contato se mantenham por um tempo que possa resultar em risco de efeito fisiológico perigoso para as pessoas e animais domésticos.
- **PASSIVAS:** Impõe a limitação da intensidade da corrente que possa atravessar o corpo humano, por meio de um eficiente aterramento das massas, e a proteção contra contatos com partes energizadas, por meio da isolação das partes vivas, de colocação de barreiras e obstáculos e de distanciamento. Em essência, as medidas passivas consistem em disposições preventivas baseadas em aspectos construtivos e/ou em condições de alimentação dos circuitos envolvidos.

Proteção contra choques elétricos (NBR 5410/97)

■ 5.1.2 - Proteção contra contatos diretos

- 5.1.2.1 - Proteção por isolamento das partes vivas
- 5.1.2.2 - Proteção por meio de barreiras ou invólucros
- 5.1.2.3 - Proteção parcial por meio de obstáculos
- 5.1.2.4 - Proteção parcial por colocação fora de alcance
- 5.1.2.5 - Proteção complementar - “DR” de alta sensibilidade

Tabela 9.2 Medidas de Proteção Prescritas pela NBR 5410 contra Choques Elétricos por Contato Direto			
Item da NBR 5410	Natureza da Proteção	Medidas Passivas	Medidas Ativas
5.1.2.1 e 5.1.2.2	Completa	– Isolação das partes vivas; – Utilização de barreiras e/ou invólucros.	—
5.1.2.3 e 5.1.2.4	Parcial	– Colocação de obstáculos; – Colocação fora de alcance.	—
5.1.2.5	Complementar	—	Utilização de dispositivos de proteção à corrente diferencial-residual (DR's).

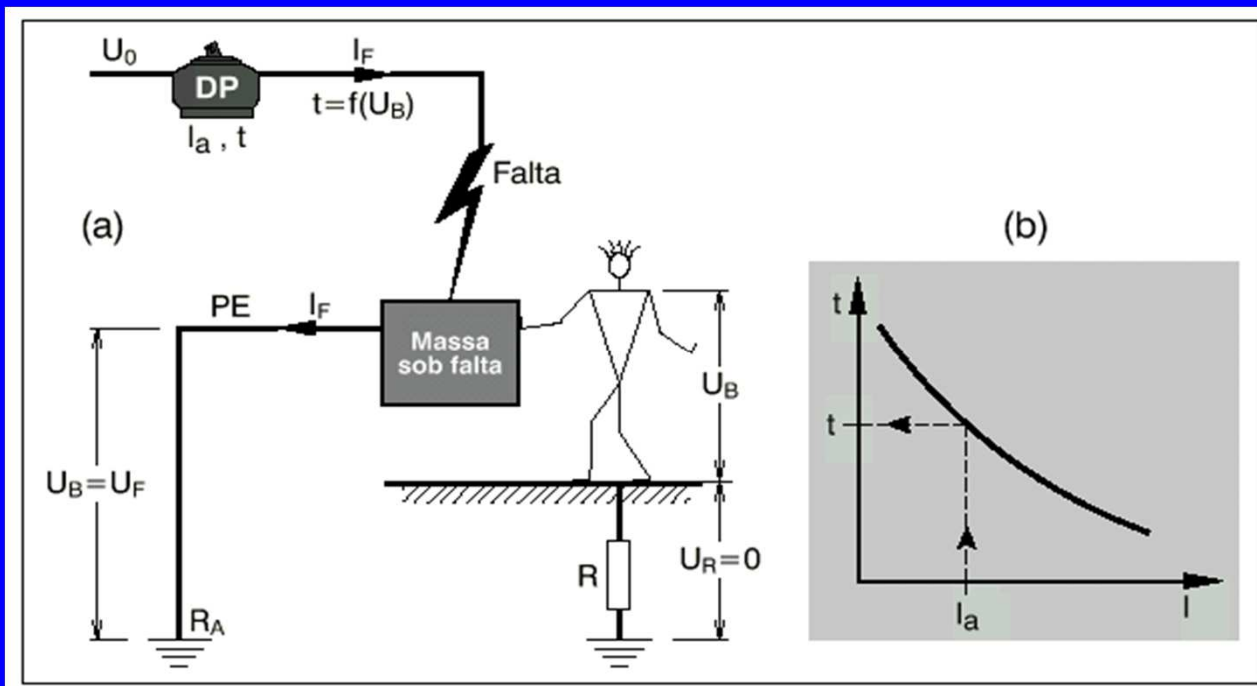
Proteção contra choques elétricos (NBR 5410/97)

■ 5.1.3 - Proteção contra contatos indiretos

- 5.1.3.1 - Proteção por seccionamento automático da alimentação ←
- 5.1.3.2 - Proteção pelo emprego de equipamentos da classe II
- 5.1.3.3 - Proteção em locais não condutores
- 5.1.3.4 - Proteção por ligações equipotenciais locais não aterradas
- 5.1.3.5 - Proteção por separação elétrica

Tabela 9.3 Medidas de Proteção Prescritas pela NBR 5410 contra Choques Elétricos por Contato Indireto			
Item da NBR 5410	Natureza da Proteção	Medidas Passivas	Medidas Ativas
5.1.3.1	Utilizando sistema de aterramento	—	– Dispositivos de seccionamento automático; – Esquema TN; – Esquema TT.
5.1.3.2 5.1.3.3 5.1.3.4 5.1.3.5	Não utilizando sistema de aterramento	– Uso de equipamentos Classe II ou isolamento equivalente; – Instalação em locais não condutores; – Ligações equipotenciais locais não aterradas; – Separação elétrica.	—

Proteção contra choques elétricos (NBR 5410/97)



**Condição Geral de Proteção
Contra Contatos Indiretos por
Seccionamento Automático da Alimentação**

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

UL=50V/5s (1)

UL=25V/5s (2)

Z_s: impedância
do percurso da
corrente de falta

U₀: tensão
nominal fase-
neutro

I_a: corrente que
assegura a
atuação do DP
em um tempo, no
máximo, igual ao
especificado na
tabela 20 (ou 5s
conforme
5.1.3.1.3)

Seccionamento automático da alimentação (NBR 5410/97)

Tabela 20 - Tempos de seccionamento máximo no esquema TN

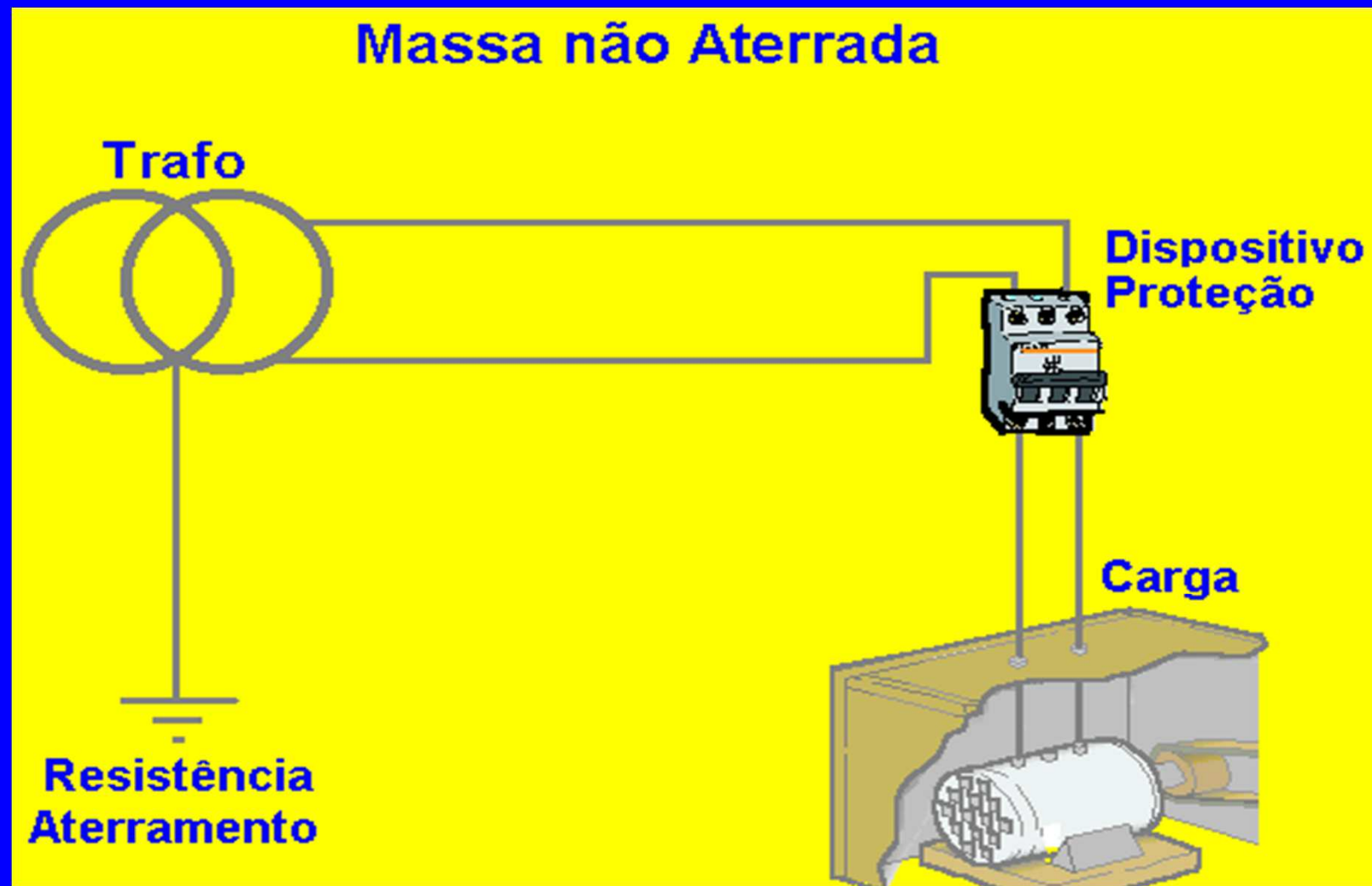
U_o (V)	Tempo de seccionamento (s)	
	Situação 1	Situação 2
115, 120, 127	0,8	0,35
220	0,4	0,20
277	0,4	0,20
400	0,2	0,05
>600	0,1	0,02

U_o =tensão nominal entre fase e terra, valor eficaz em corrente alternada

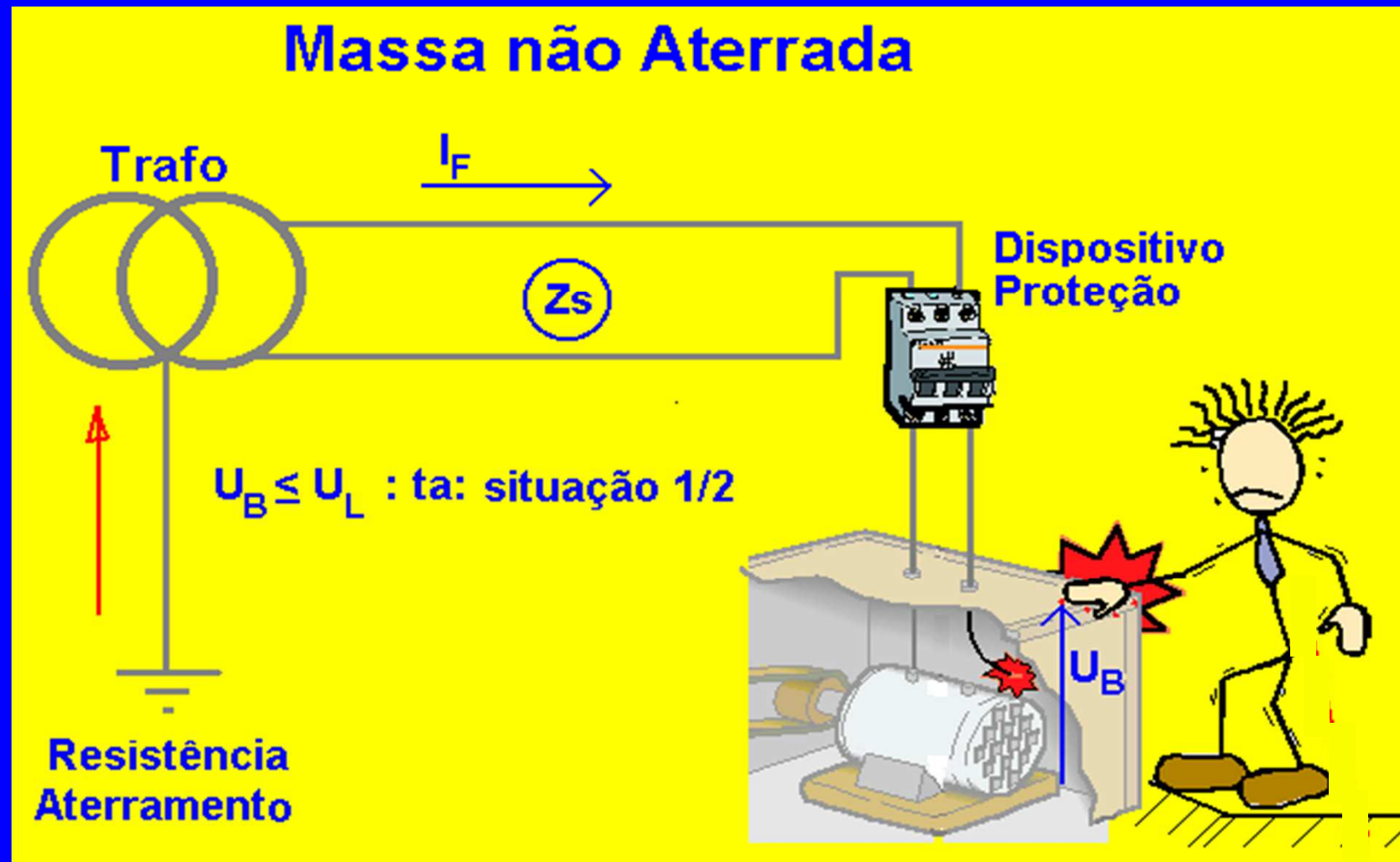
Situação 1 (normal) → $U_L = 50V$ (AC)

Situação 2 (molhada) → $U_L = 25V$ (AC)

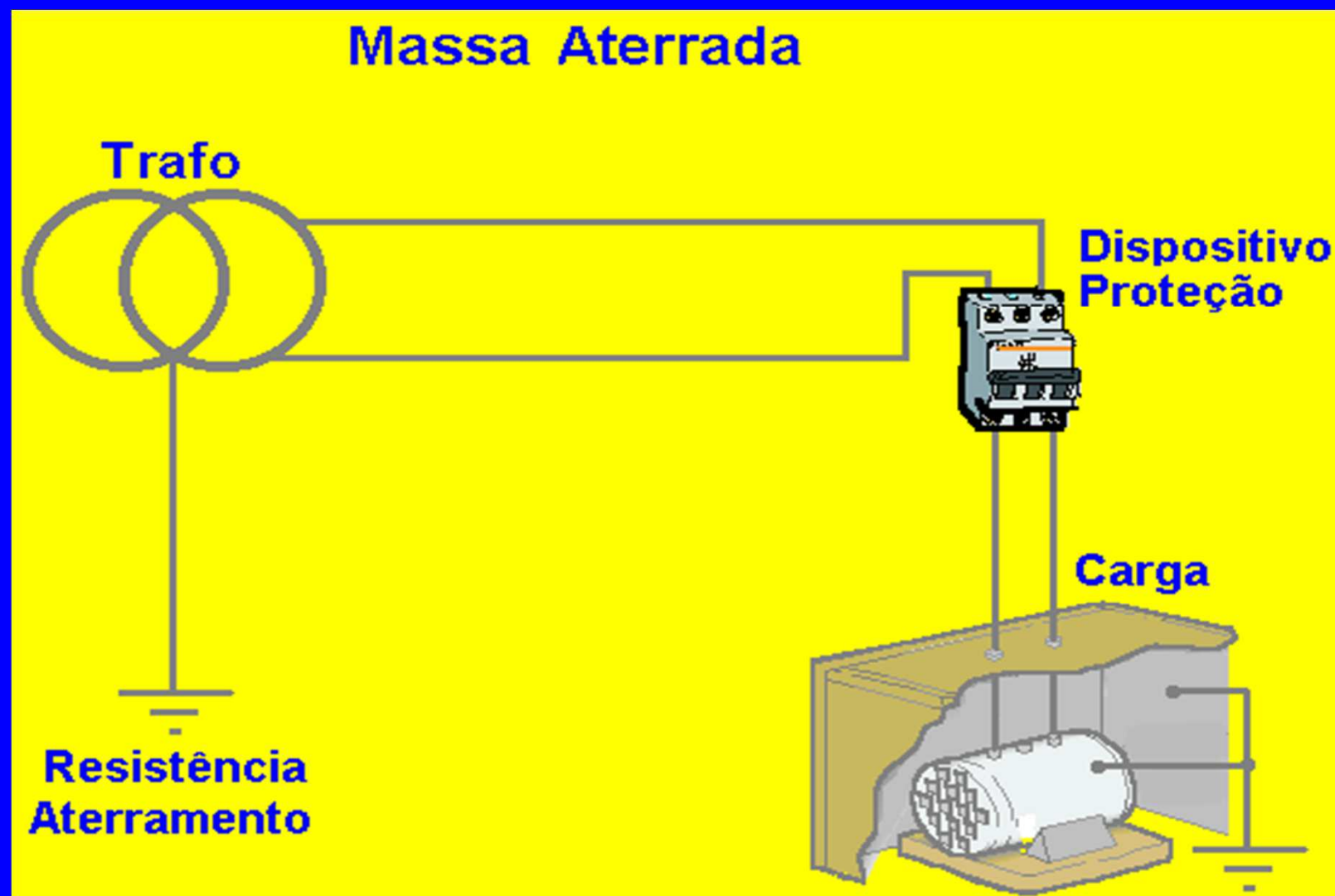
Percurso da Corrente Elétrica



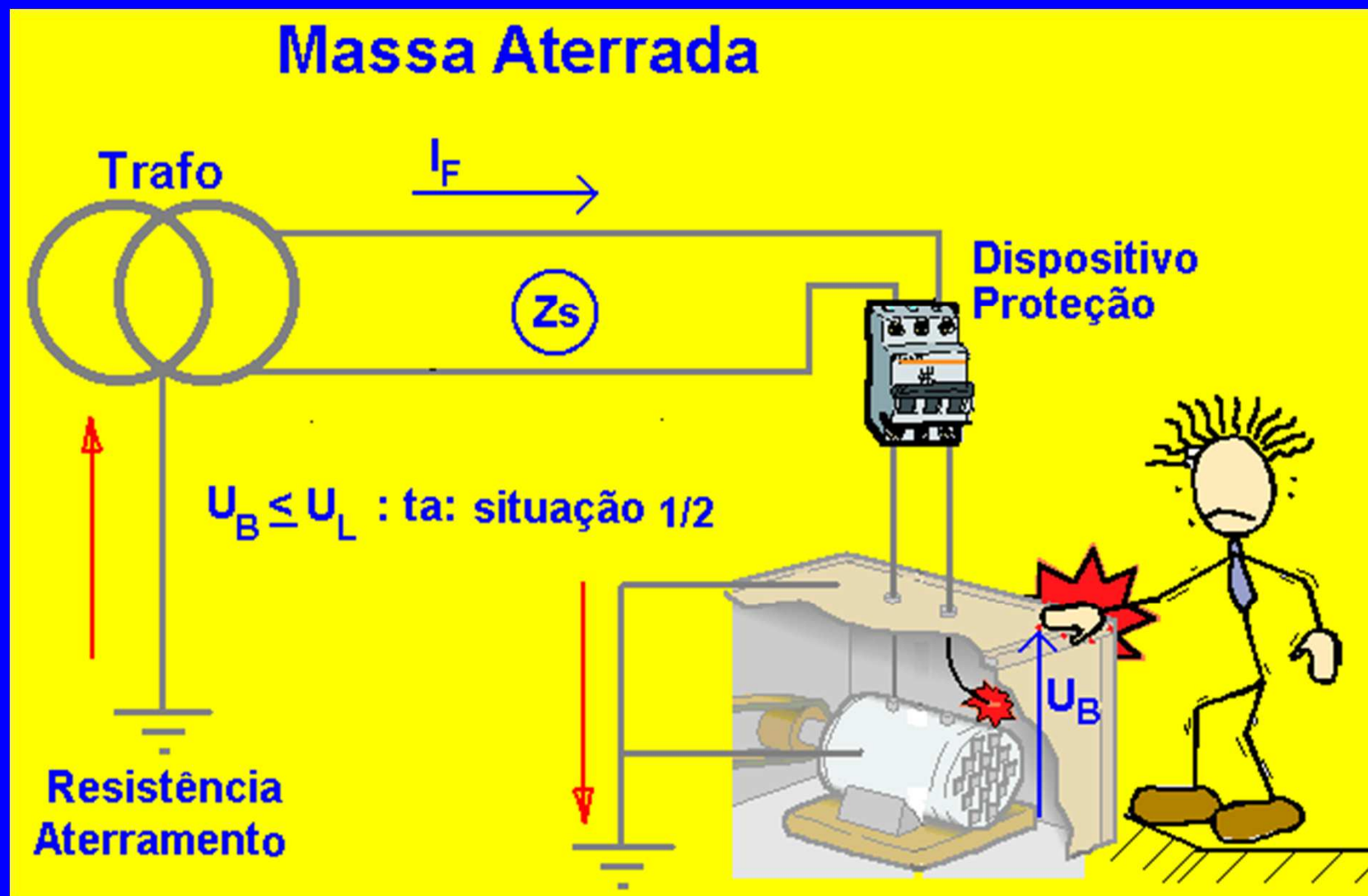
Percurso da Corrente Elétrica



Percurso da Corrente Elétrica



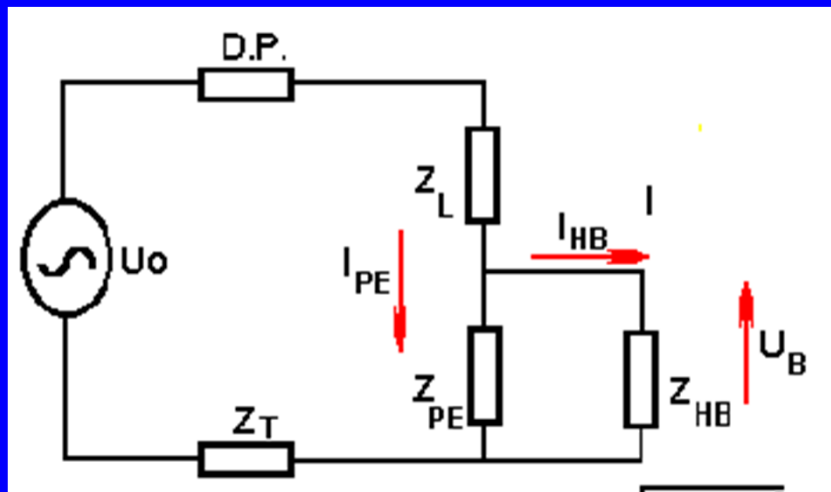
Percurso da Corrente Elétrica



Mensagem:

- A garantia total de proteção contra choques não se confere apenas com o aterramento das massas, porém ele é extremamente necessário para a boa proteção em grande parte das aplicações, quando associado a dispositivos de proteção adequados.

Exemplo de dimensionamento



Cálculo de UB

Admitindo: $Z_L = Z_{PE} = 0,4\Omega$; $Z_{HB} = 650\Omega$
(BB3); $Z_T = 0$ (TN)

$Z_{PE} // Z_{HB} = Z_{PE}$ (pois $Z_{HB} \gg Z_{PE}$)

$I_F = U_0 / Z_S = 115 / (0,4 + 0,4)$, logo $I_F = 143A$

$$U_B = I_F \cdot Z_{PE} = 143 \cdot 0,4 \rightarrow U_B = 57V$$

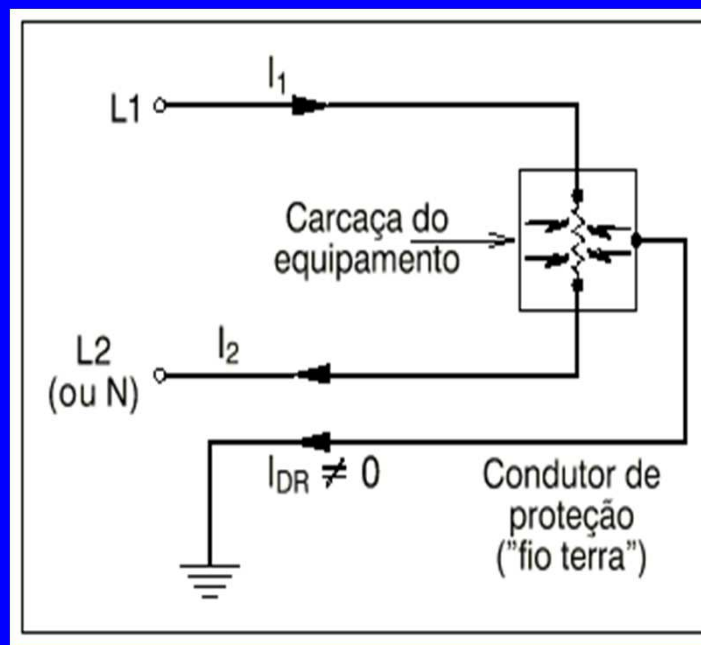
$P / U_0 = 115V \rightarrow t_a (DP) < 0,35s$
(tab.20, Situação 2)

No exemplo: Disj 20 A $\rightarrow t_a = 0,6s$ à $4s$
(p/ $I_F = 143A$) (!!!)

Corrente de fuga

- **FUGAS DE CORRENTE:** são causadas primordialmente por falha no isolamento ou por falhas internas dos equipamentos

A corrente de fuga “flui” para a terra ou para elementos estranhos à instalação a través de um caminho diferente do previsto, podendo, além do consumo de energia, causar choque elétrico, aquecimento excessivo, destruição da isolamento, incêndios etc.



$$I_{DR} = I_1 + (-I_2) = I_1 - I_2$$

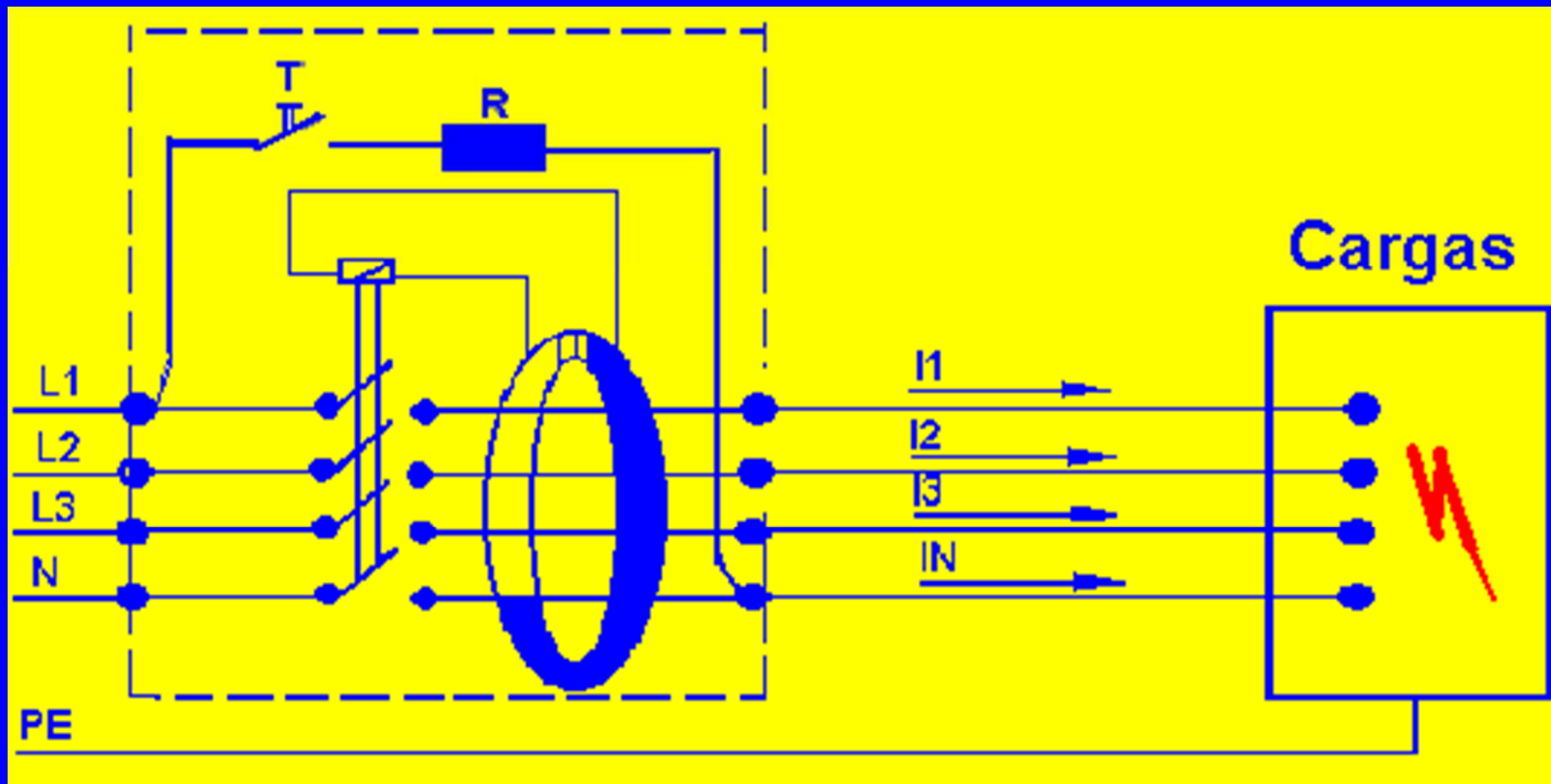
Nesta expressão, I_{DR} é a **corrente diferencial-residual** do circuito e, como se conclui, representa a soma algébrica, em um dado ponto, dos valores instantâneos das correntes que percorrem todos os condutores vivos do circuito.

Corrente de fuga

- Em condições normais, as correntes de fuga são extremamente baixas, não chegando a causar danos (não existe isolante perfeito).

Tabela 8.6 Limites de Correntes de Fuga de Equipamentos de Utilização		
Aparelho	Correntes de Fuga Admitidas [mA]	
	220 V	110 V
Eletrodoméstico fixo a motor	< 3,5	< 2,6
Eletrodoméstico portátil a motor	< 0,5	< 0,4
Eletrodoméstico com aquecimento (ferro de passar roupa, torradeira etc.)	< 3	< 2,3
Equipamento para tratamento de pele	< 0,5	< 0,4
Ferramenta portátil comum	< 0,5	< 0,4
Ferramenta portátil classe II	< 0,1	< 0,08
Luminária	< 0,1	< 0,08
Chuveiro, torneira (com resistência blindada e isolamento classe II)	< 3	—

Dispositivo “DR”



- São dispositivos que detectam a soma fasorial das correntes que percorrem os condutores VIVOS de um circuito num determinado ponto. O módulo dessa soma fasorial é a chamada “Corrente Diferencial-Residual”(DR) .

Dispositivo “DR”

- MESMO QUE O CIRCUITO TRIFÁSICO SEJA DESEQUILIBRADO, NA AUSÊNCIA DE FUGAS:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = 0$$

- COM FUGA DE CORRENTE (CORRENTE DE FUGA = IDR):

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_N = I_{DR}$$

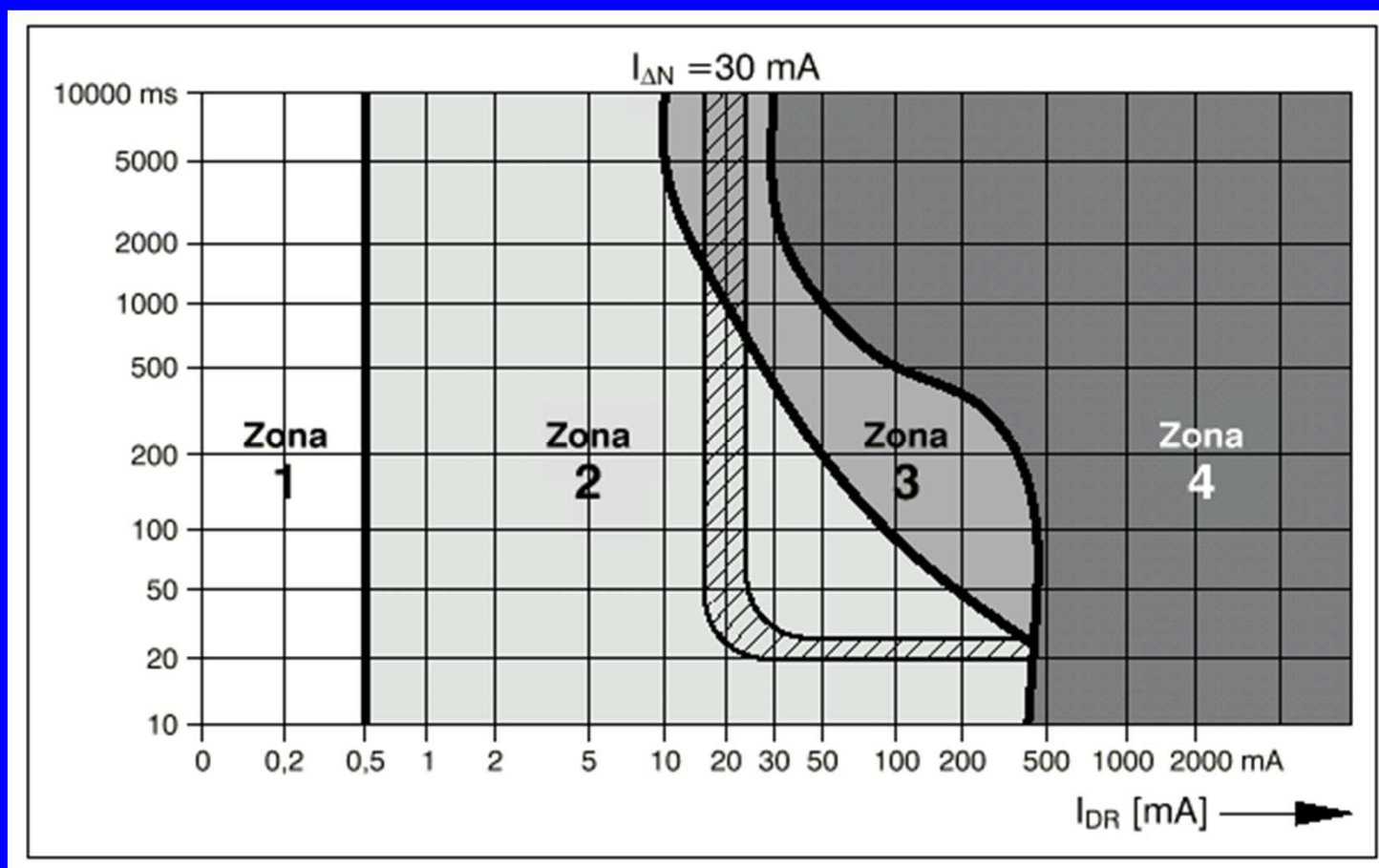
Dispositivo “DR”

- IDEAL → $IDR = 0$
- REAL → $IDR \neq 0$ (CORRENTES DE FUGA - NATURAIS)
- ATUAÇÃO RESIDUAL (ATUAÇÃO) → $IDR = I \Delta n$ (CORRENTE DIFERENCIAL-NOMINAL DE

$$\sum I_{DR} \leq 0,5 \cdot I \Delta n$$

- TIPOS:
- DISJUNTOR DR
- INTERRUPTOR DR
- ALTA SENSIBILIDADE ($\leq 30\text{mA}$)
- BAIXA SENSIBILIDADE ($> 30\text{mA}$)

Dispositivo “DR”



Dispositivo “DR”

- **ATENÇÃO:** dispositivos DR não limitam a corrente do choque elétrico a valores inferiores a $I_{\Delta n}$, mas apenas o tempo que a corrente circula nas pessoas. Sua ação é a de interromper o circuito tão mais rapidamente quanto maior for a corrente diferencial-residual.

Tabela 8.8 Tempo Máximo de Atuação dos DR's (conforme IEC)	
Valor de I_{DR}	Tempo [s]
$I_{DR} = I_{\Delta N}$	0,5
$I_{DR} = 2 I_{\Delta N}$	0,2
$I_{DR} = 5 I_{\Delta N}$	0,04
$I_{DR} = 10 I_{\Delta N}$	0,03

Dispositivo “DR” (IDR)

■ Especificação:

- I_n (A)
- $I_{\Delta n}$ (mA ou A)
- U_n (V)
- I_{int} (A ou kA)
- f (Hz)
- N° pólos



Dispositivo DR (DDR)

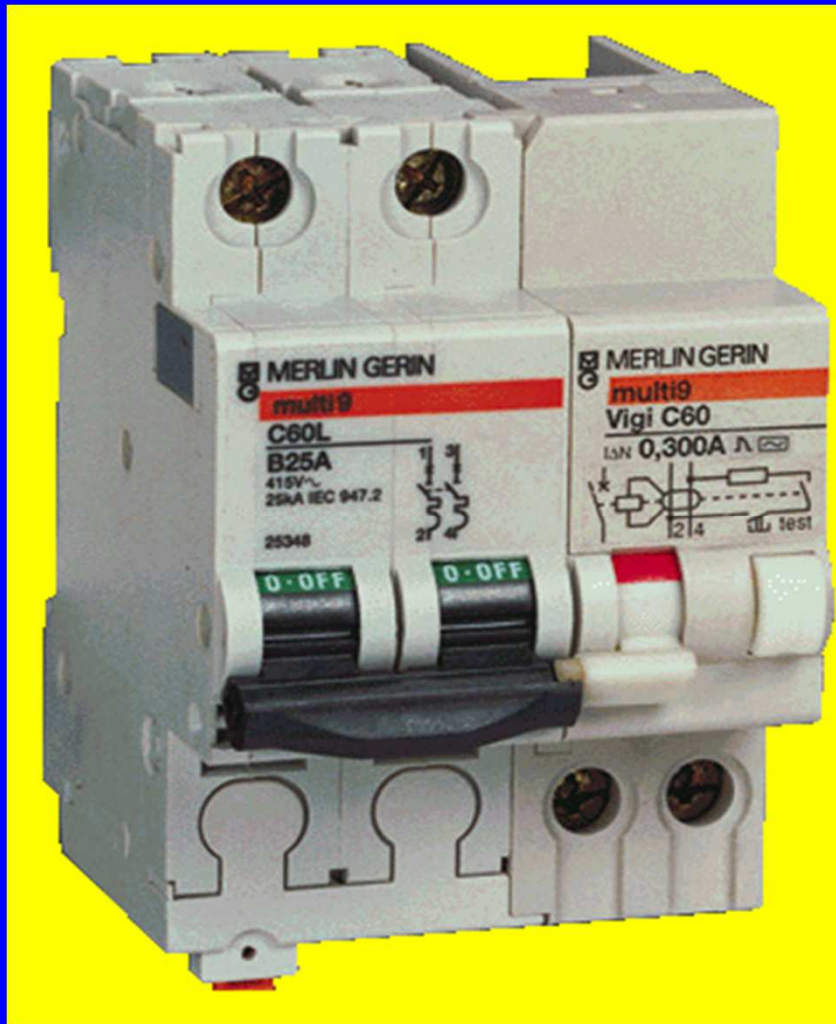


■ Especificação:

Interruptor DR

+

Disjuntor



Disjuntor + Bloco Diferencial

Dispositivo “Diferencial Residual”

■ Proteção: Risco de incêndio e Choques elétricos



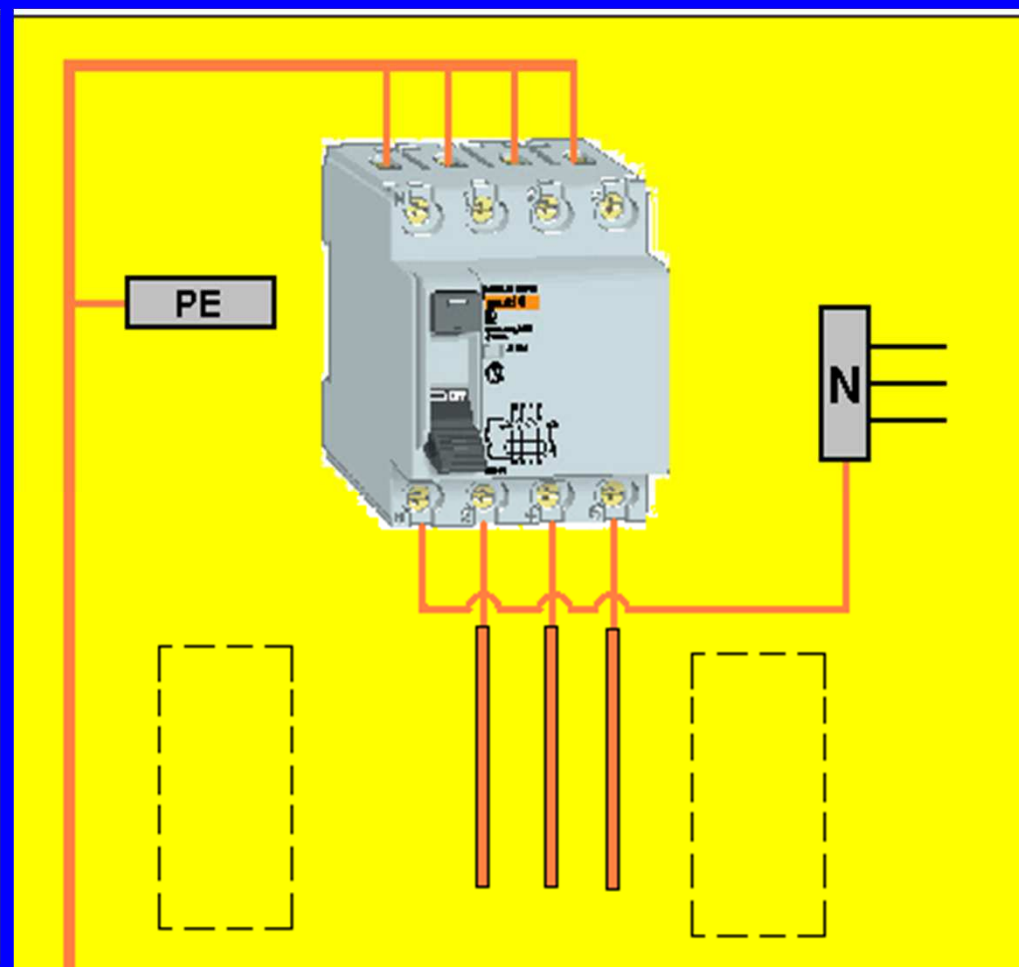
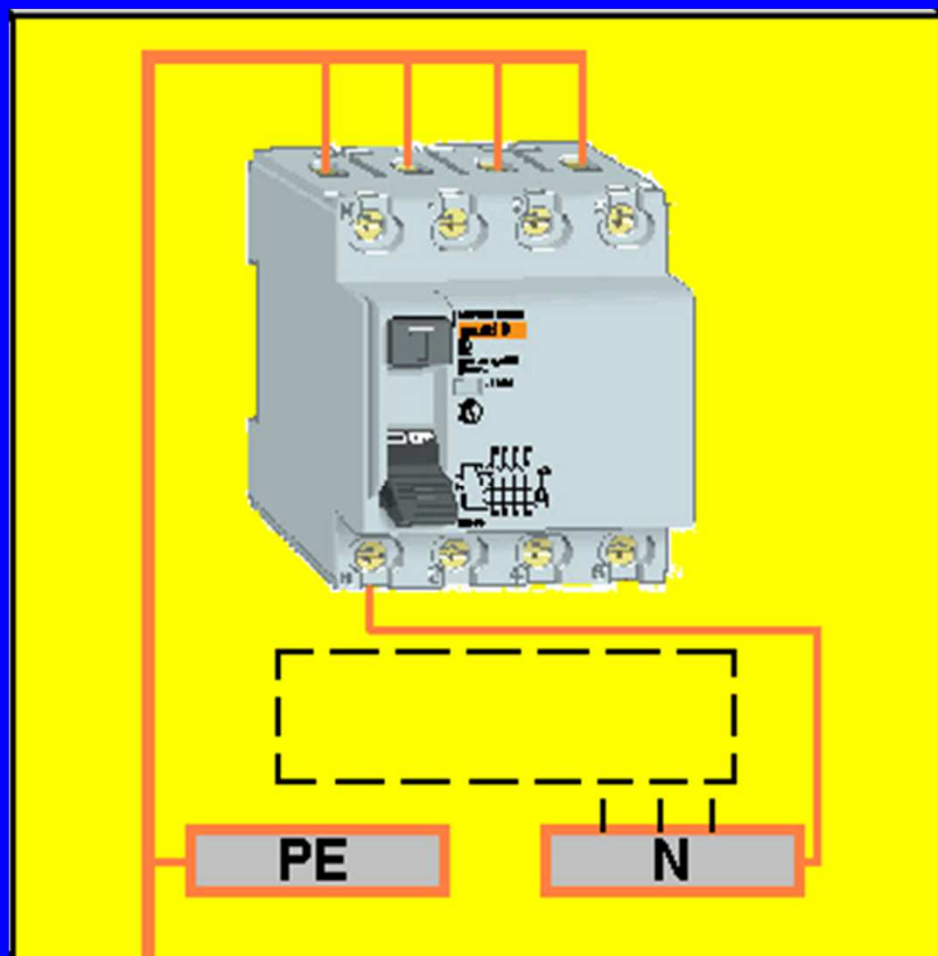
Dispositivo “DR”: recomendações

- os DR's funcionam apenas em circuitos a corrente alternada;
- pela NBR 5410, é obrigatório o uso de DR's de alta sensibilidade nos circuitos terminais que atendam banheiros, cozinhas, copas-cozinha, lavanderias, áreas de serviço e áreas externas;
- em nenhum caso, o condutor neutro pode ser interligado à terra depois (a jusante) dos DR's;
- os DR's podem ser instalados na proteção geral da instalação e/ou nas proteções individuais de circuitos terminais;
- os DDR's têm que ser dimensionados atendendo simultaneamente as prescrições de proteção contra sobrecorrentes e as prescrições de proteção contra choques elétricos;

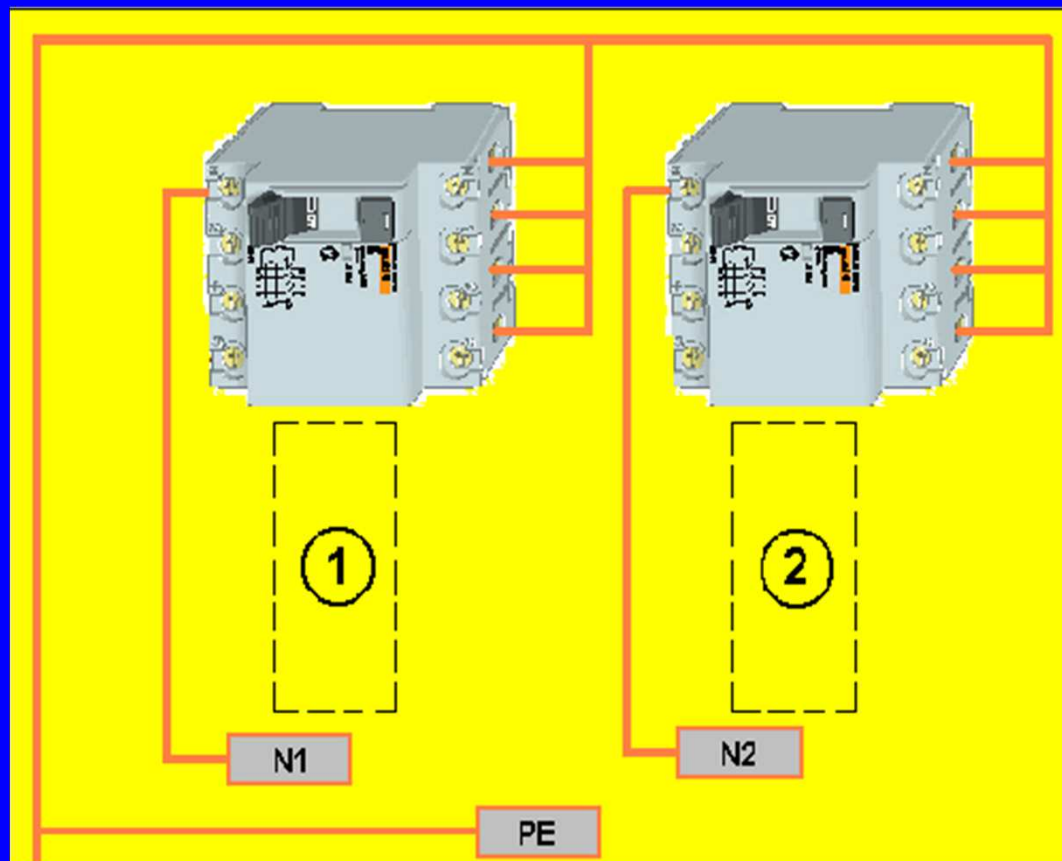
Dispositivo “DR”: recomendações

- quando utilizado apenas os IDR's, a proteção contra sobrecorrentes tem que ser assegurada por dispositivo específico, atendendo às prescrições da NBR 5410, e o IDR terá que suportar as solicitações térmicas e mecânicas provocadas por correntes de falta depois (a jusante) de sua posição no circuito;
- ao serem instalados DR's na proteção geral e dos circuitos terminais, a seletividade de atuação tem que ser bem coordenada. Para isto, obedecidos os limites fixados na norma, o DR de menor sensibilidade (menor *ID N*) deve ser instalado no circuito terminal e, conseqüentemente, o de maior sensibilidade no circuito de distribuição;
- dependendo dos níveis das correntes de fuga do sistema para a instalação, a escolha da sensibilidade dos DR's tem que ser cuidadosa, pois, principalmente quando instalados na proteção geral, poderão seccionar intempestivamente a alimentação de toda a instalação;

Detalhes de Ligação de “DR”



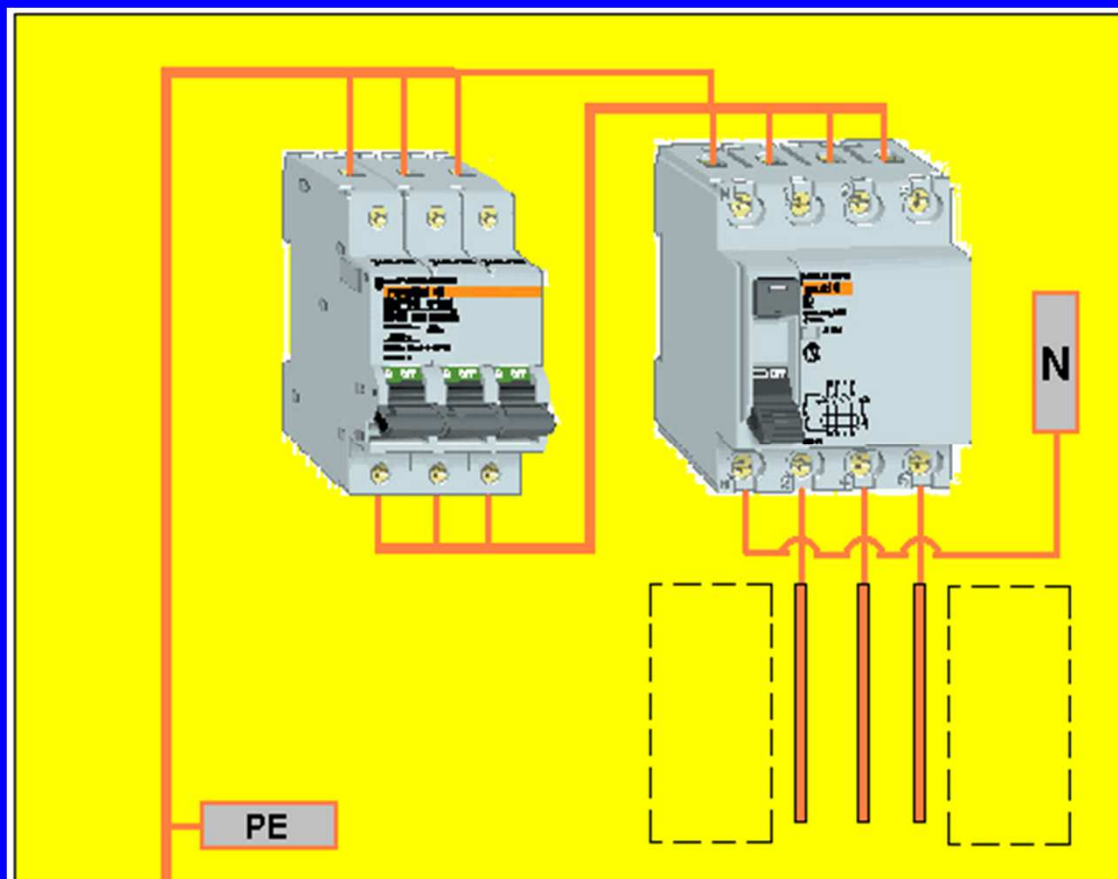
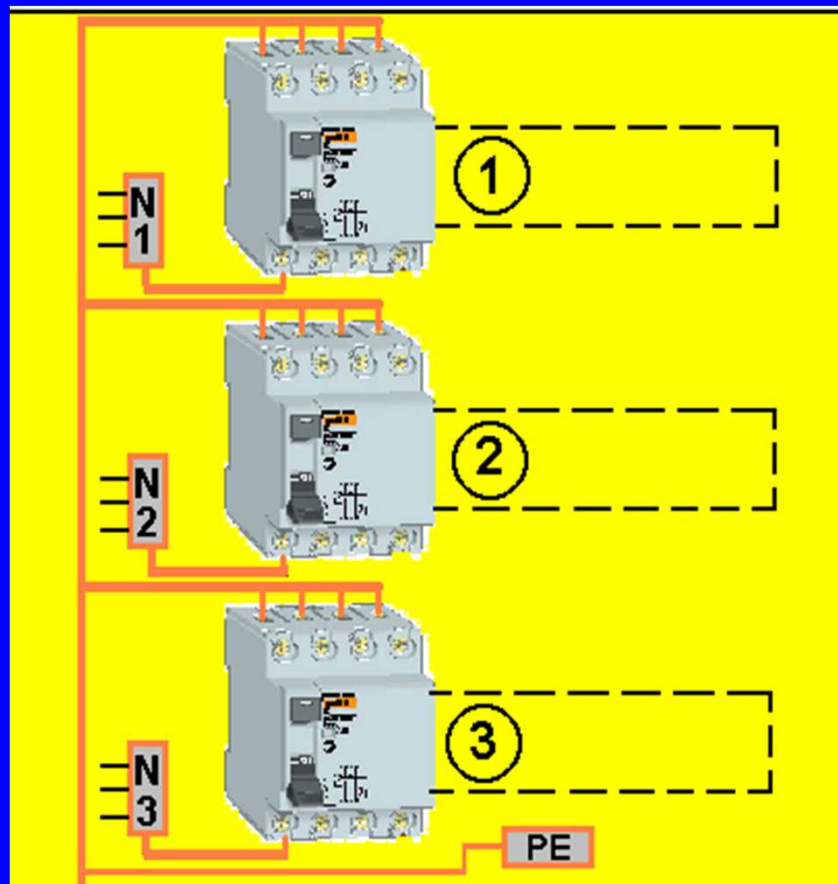
Detalhes de Ligação “DR”



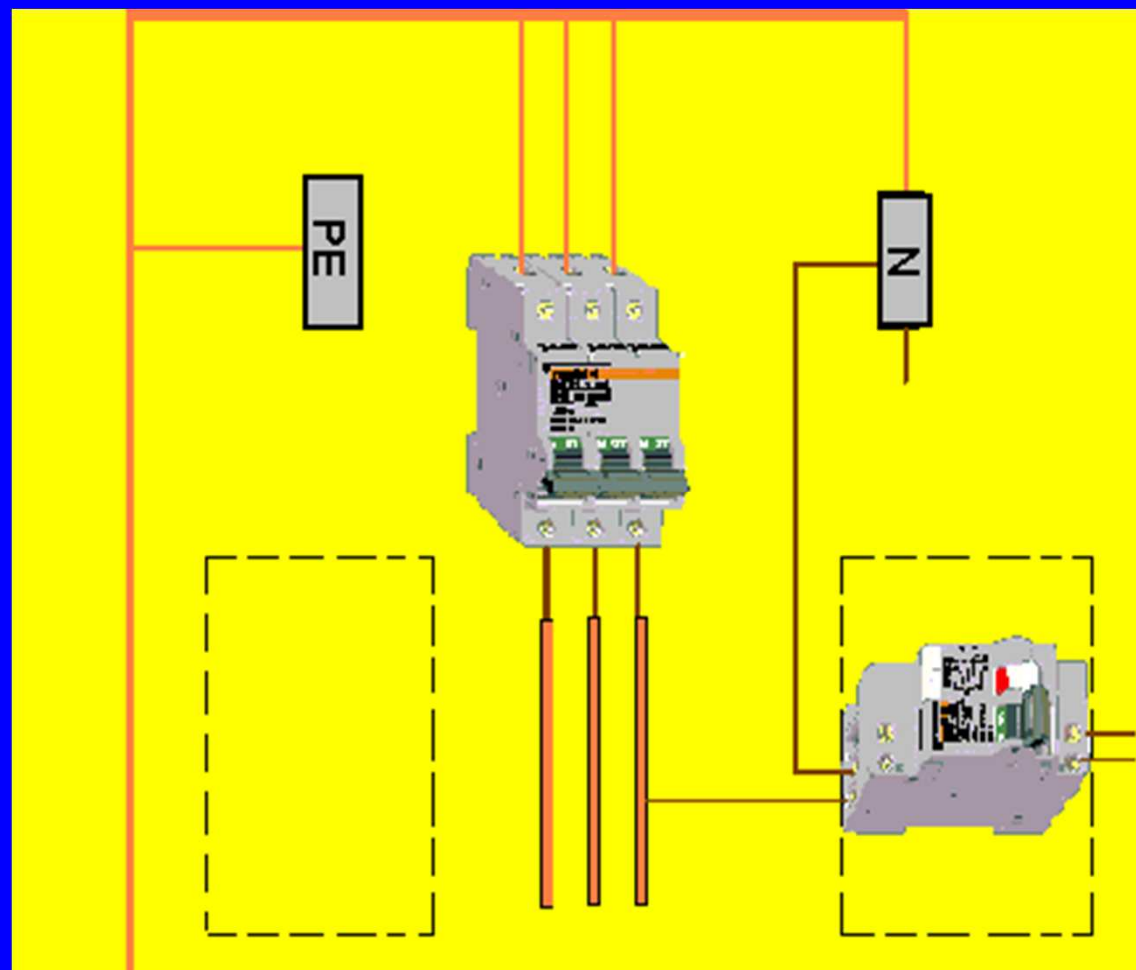
Notas:

- 1) Cada setor / DR possui o seu próprio neutro não devendo misturá-los.
- 2) O condutor de proteção é comum
- 3) Os interruptores diferenciais, têm que ser protegidos contra curtos-circuitos.

Detalhes de Ligação “DR”

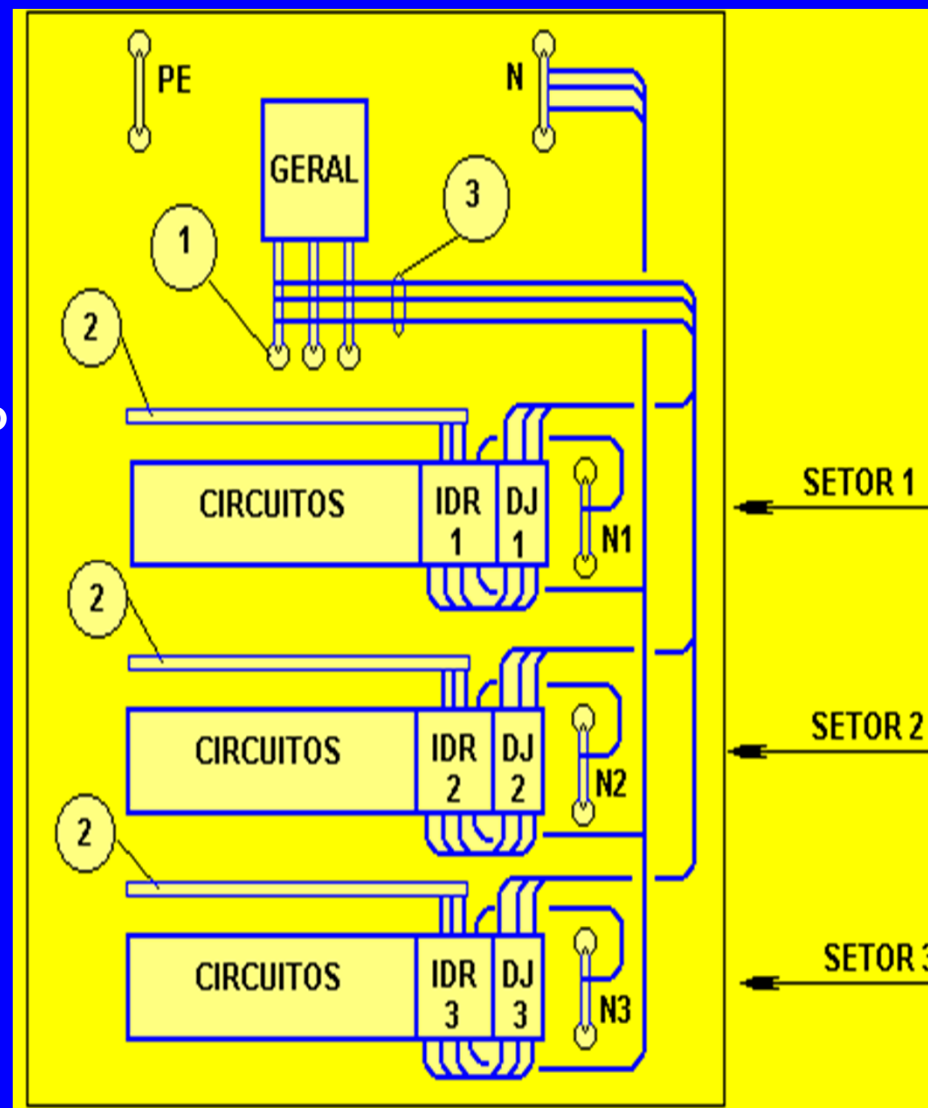


Detalhes de Ligação “DR”



Detalhes de Ligação “DR”

- 1- Barramento de cobre para ligação do alimentador dos setores.
- 2- Barramento compacto de cobre para ligação dos disjuntores (circuitos) (inclui os circuitos reservas).
- 3- Para quadro com 2 fases, basta desconsiderar deste detalhe, a distribuição da terceira fase.
- 4- Deverá haver espaço interno suficiente para a distribuição dos condutores, conforme folha de especificações correspondente.
- 5- Cada setor / DR possui seu próprio neutro, não devendo misturá-los.
- 6- O condutor de proteção é comum.
- 7- Os interruptores diferenciais, têm que estar protegidos contra curtos- circuitos.



Resumo das Prescrições - Choque Elétrico (NBR 5410/97)

- 1.3.1.1 - Proteção contra contatos diretos
- 1.3.1.2 - Proteção contra contatos indiretos
- 5.1.2.5 - Proteção complementar (contra contato direto) por dispositivo “DR” de alta sensibilidade ($I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$)

Resumo das Prescrições - Choque Elétrico (NBR 5410/97)

■ 5.1.2.5.1 Deve ser objeto da proteção complementar:

- a) circuitos em locais contendo banheira ou chuveiro (Cap. 9)
- b) tomadas em áreas externas
- c) tomadas em áreas internas → equipamentos externos
- d) tomadas em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviços, garagens (local interno molhado ou sujeito a lavagens)

EXCLUSÕES:

- em a): luminárias em altura igual ou superior a 2,5 m.
- em d): tomadas para refrigeradores e congeladores, não diretamente acessíveis

Resumo das Prescrições - Choque Elétrico (NBR 5410/97)

■ 5.1.3.1.4 - Seccionamento automático - Esquema

TN:

- dispositivo de proteção a sobrecorrente
- dispositivo “DR”

■ 5.1.3.5- Seccionamento automático - Esquema TT

- dispositivo “DR”

■ Cap. 9 - Locais Especiais

NBR 6151 - Proteção contra choques elétricos (equipamentos)

■ Classe 0:
Somente Isolação Básica

■ Classe I :
Isolação Básica + PE

■ Classe II :
Isolação Básica + Isol. Dupla ou Reforçada 

■ Classe III:
SELV (antiga extra-baixa tensão de segurança)

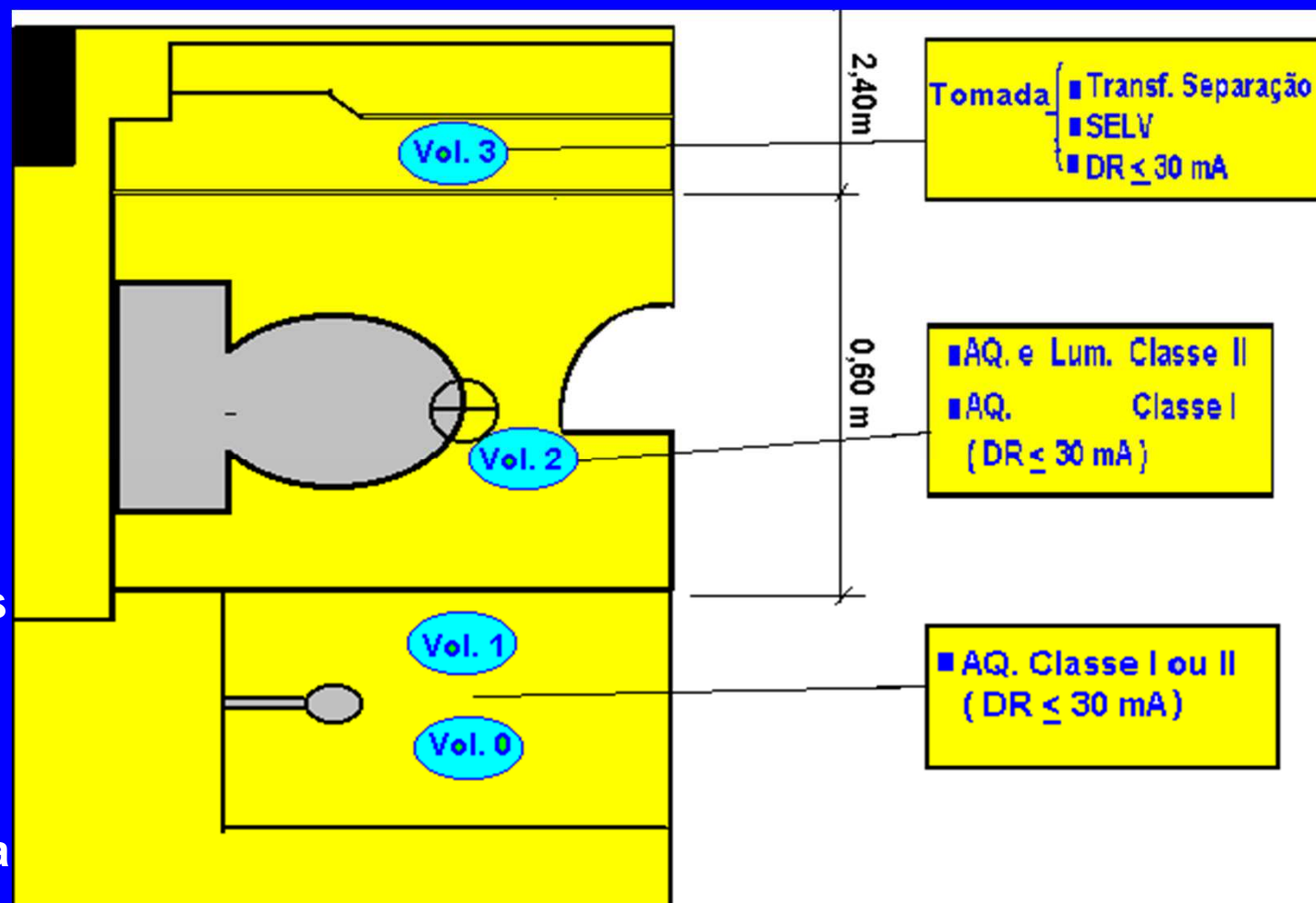
Locais Especiais

Banheiros

Volumes de Proteção e Características de Instalação

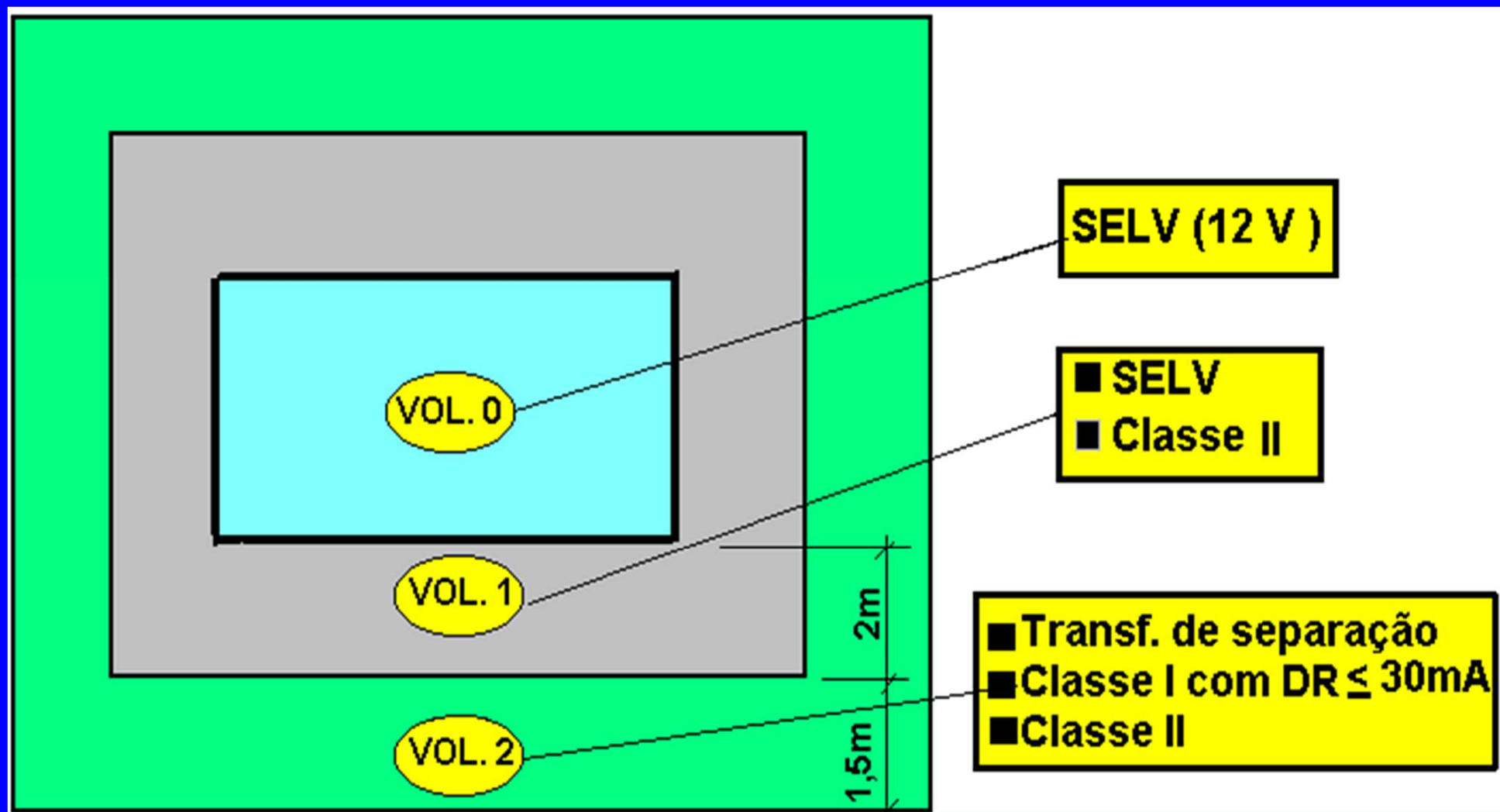
1- Atenção: Informar “Consumidor” Sobre os Aparelhos Permitidos (Manual do Usuário)

2- Ligação Equipotencia Suplementar (9.1.3.1.2)



Locais Especiais

Piscinas



Piscinas

- Volumes de proteção e características de instalação

Atenção :

- 1. no “Vol. 0”: Iluminação sub-aquática em SELV (12V), observando-se que o transformador deverá ser de “separação”
- 2. no “Vol. 1”: Nenhuma iluminação, ou então em SELV (12V)
- 3. no “Vol. 2”: Iluminação em classe I com DR ($\leq 30\text{mA}$)
- 4. Filtro Piscina : Sob o deck ou fora do vol. 2, em local com acesso através de porta com chave
- 5. Ligação Equipotencial Suplementar (9.2.3.1.2)

Fugas de Corrente

■ Situações Típicas:

- **EMENDAS** com isolamento inadequada ou imperfeita
- Danificação da **ISOLAÇÃO** dos condutores durante a enfição
- **CAIXAS DE PASSAGEM** que armazenam água de chuva durante a obra, afetando as emendas
- Fixação e montagem inadequada de **LUMINÁRIAS**
- **PARAFUSOS** das caixas de passagem que danificam a **ISOLAÇÃO** dos condutores, durante a fixação
- **EQUIPAMENTOS** de utilização inadequados, com elevada corrente de fuga natural (certos chuveiros, aquecedores de passagem, etc.)
- Erros de ligação entre condutores **NEUTRO** e de **PROTEÇÃO**
- “Confusão” de **NEUTROS** em quadros contendo mais de 1 “DR”

Esquemas de aterramento em BT (NBR 5410/97)

Esquemas de aterramento

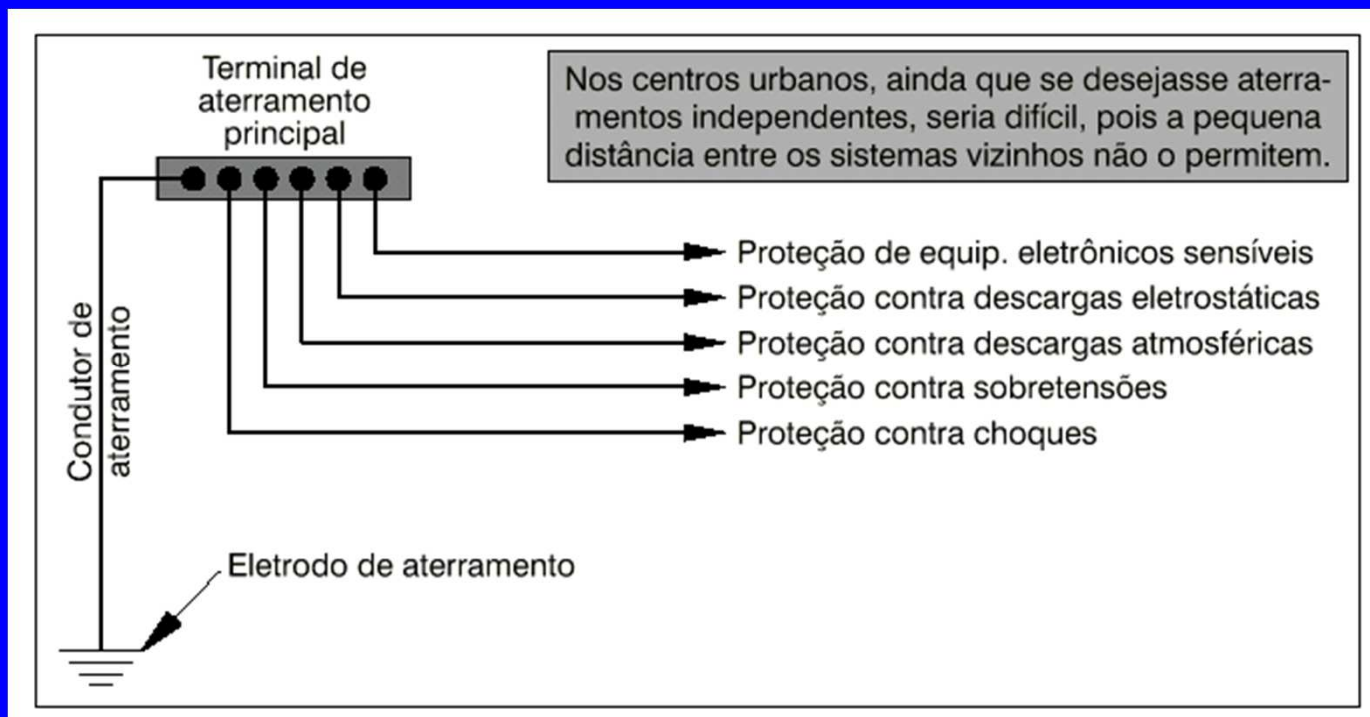
■ ATERRAMENTO DE PROTEÇÃO (ligação à terra das massas e dos elementos condutores estranhos à instalação):

- Limitar o potencial entre massas, entre massas e elementos condutores estranhos à instalação (equalização de potencial)
- Proporcionar às correntes de falta para terra um caminho de retorno de baixa impedância

■ ATERRAMENTO FUNCIONAL (ligação à terra de um dos condutores vivos do sistema):

- definição e estabilização da tensão da instalação em relação à terra durante o funcionamento
- Limitação de sobretensões devidas a manobras e descargas atmosféricas

Condição de equipotencialidade



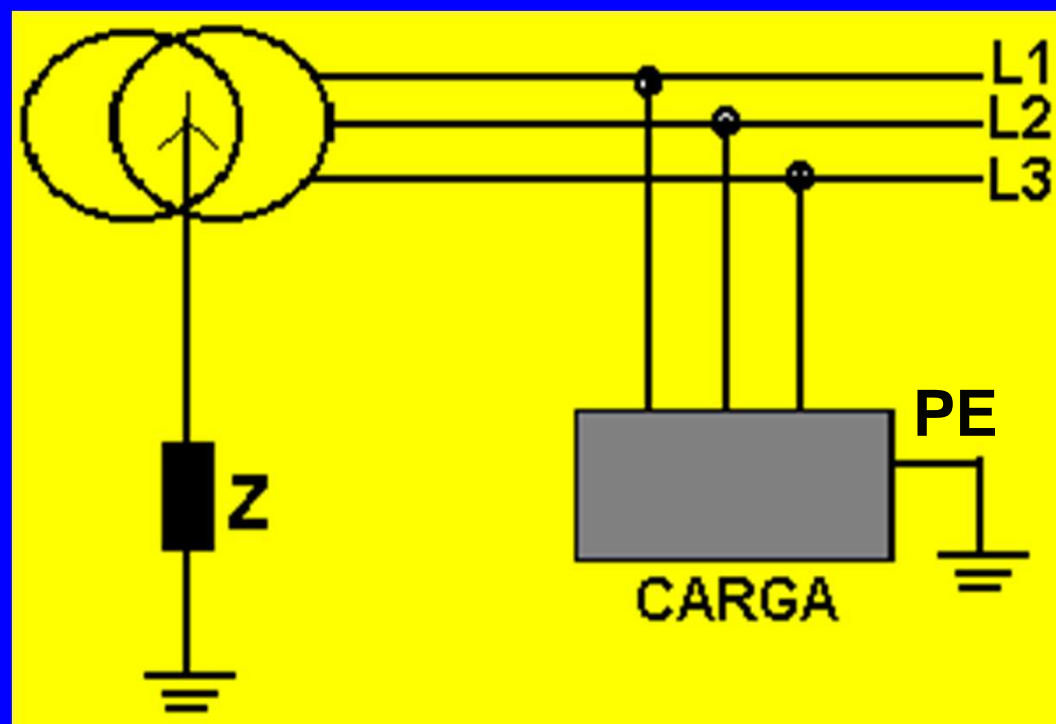
Procura-se obter, tanto quanto possível, a condição de equipotencialidade

Esquemas de Aterramento

Esquema IT

I T (neutro isolado)

- massas à terra
- neutro isolado ou aterrado através de uma resistência de valor elevado



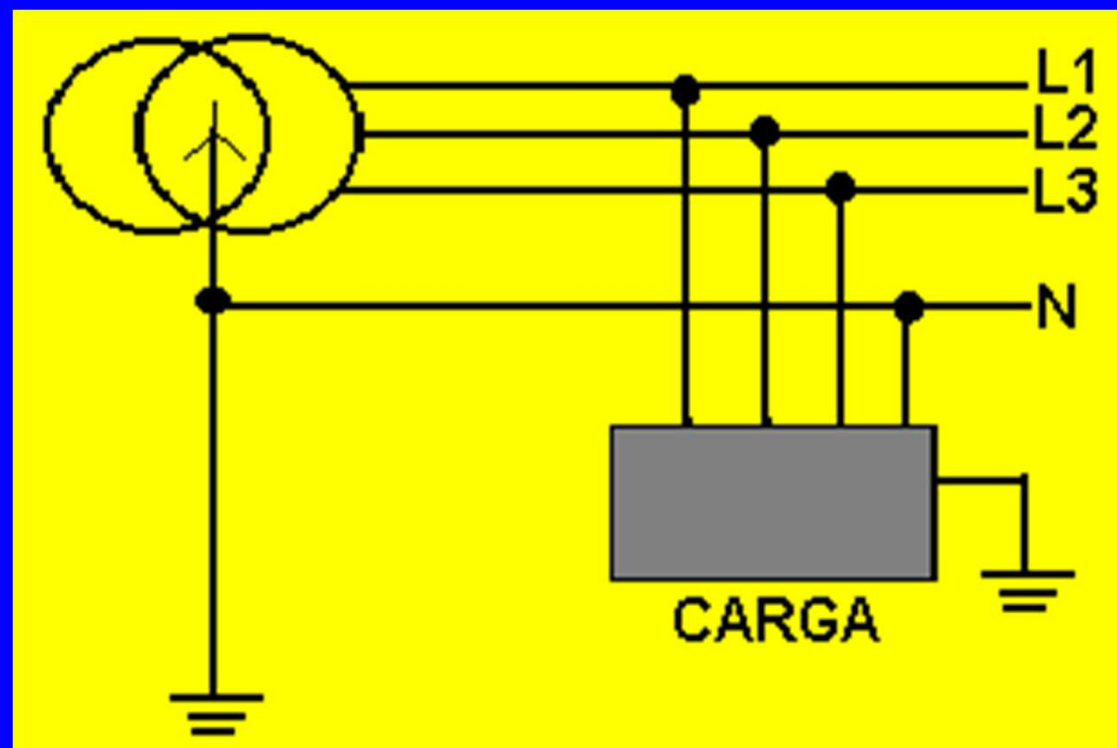
Esquemas de Aterramento

Esquema TT

T T (neutro à terra)

└───> massas à terra

└───> neutro ligado à terra



Esquemas de Aterramento

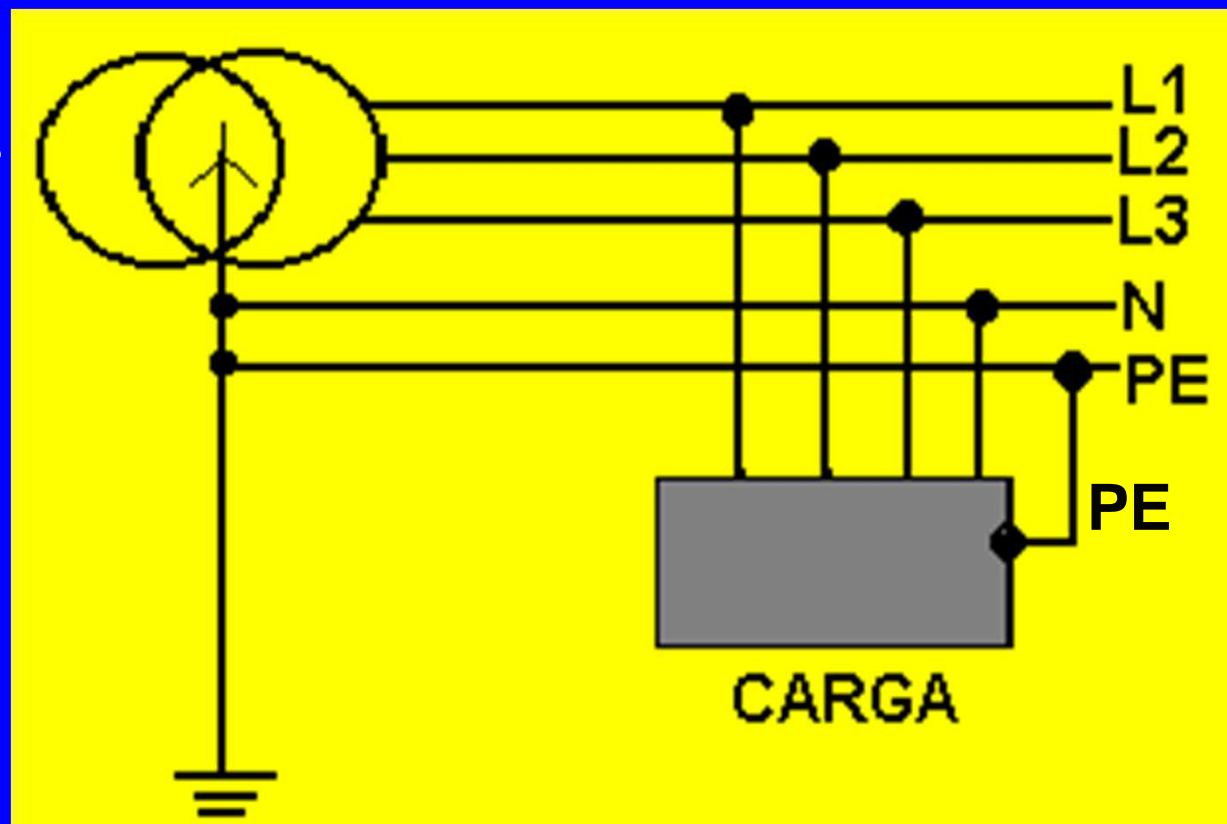
Esquema TN

T N (as massa são ligadas à terra através do neutro)

→ massas ligadas ao neutro

→ ponto neutro ligado à terra

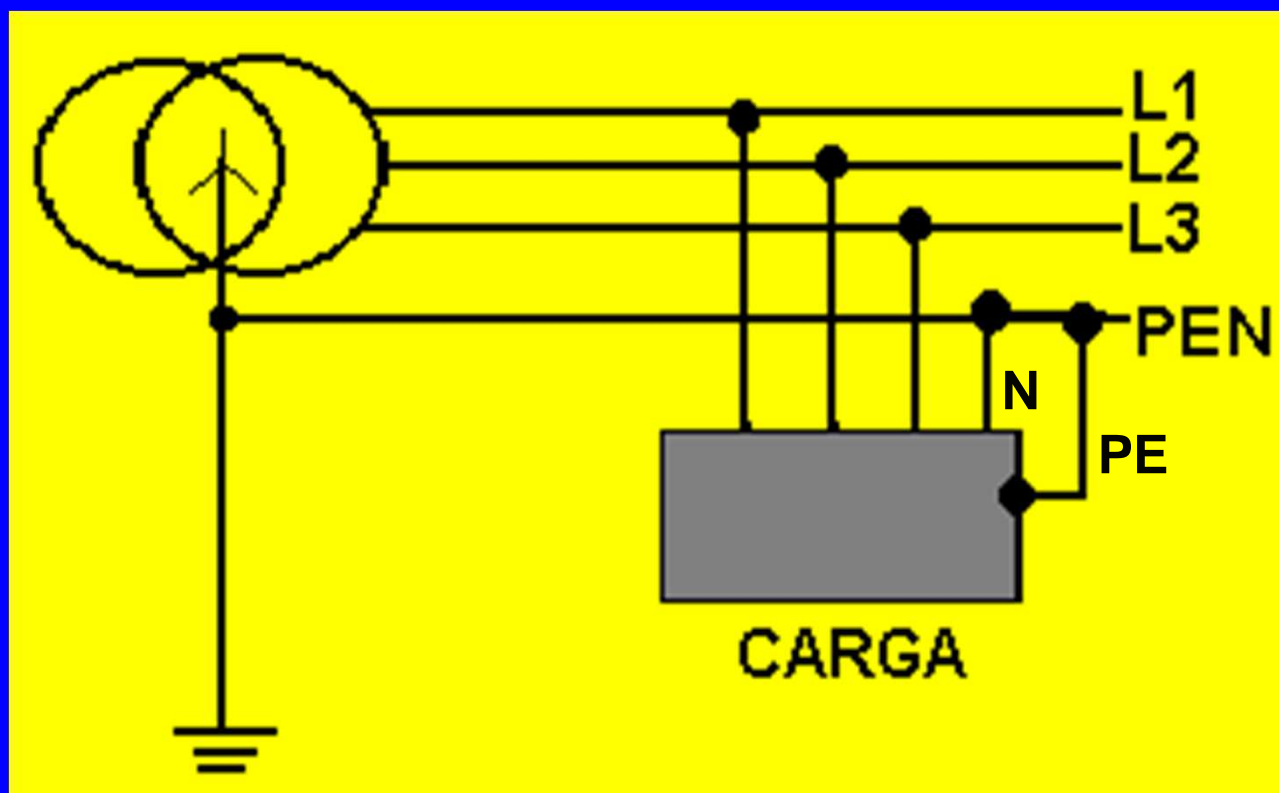
a) Esquema TN-S



Esquemas de Aterramento

Esquema TN

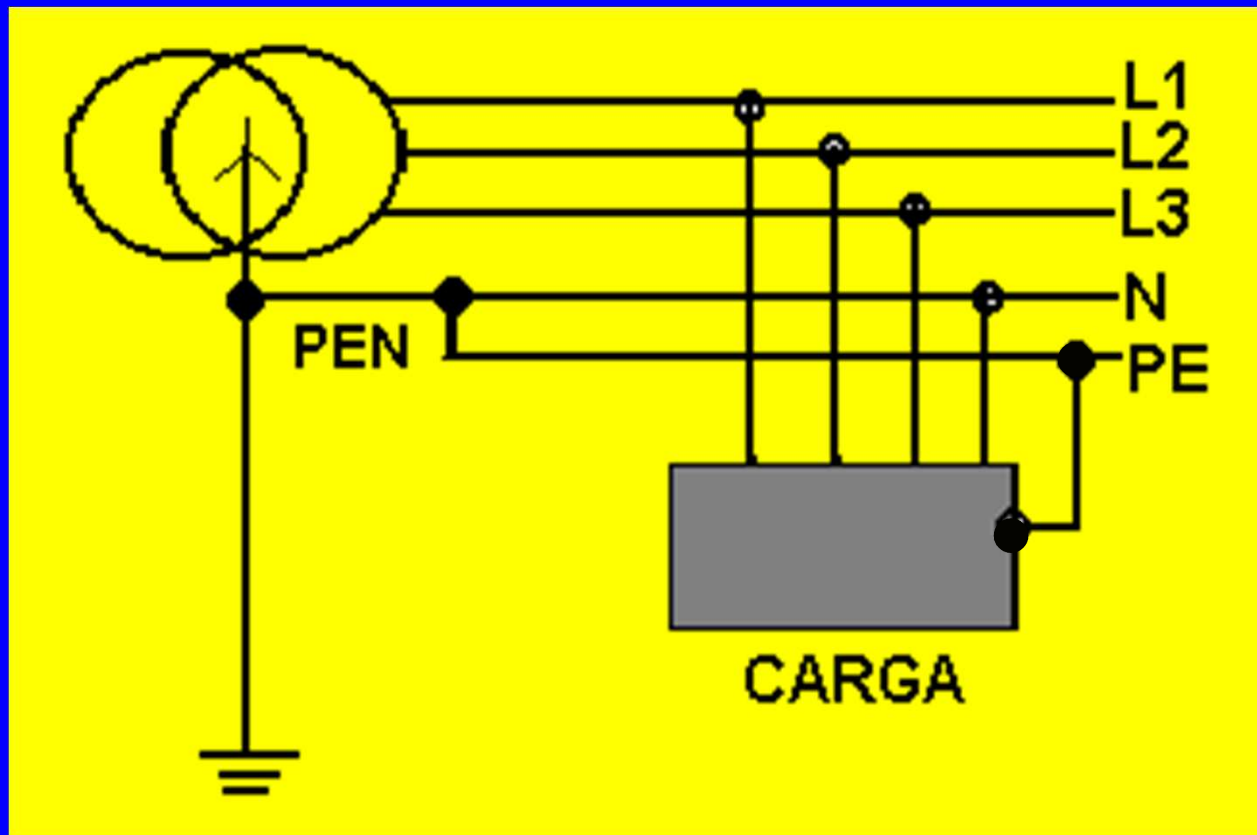
b) Esquema TN-C



Esquemas de Aterramento

Esquema TN

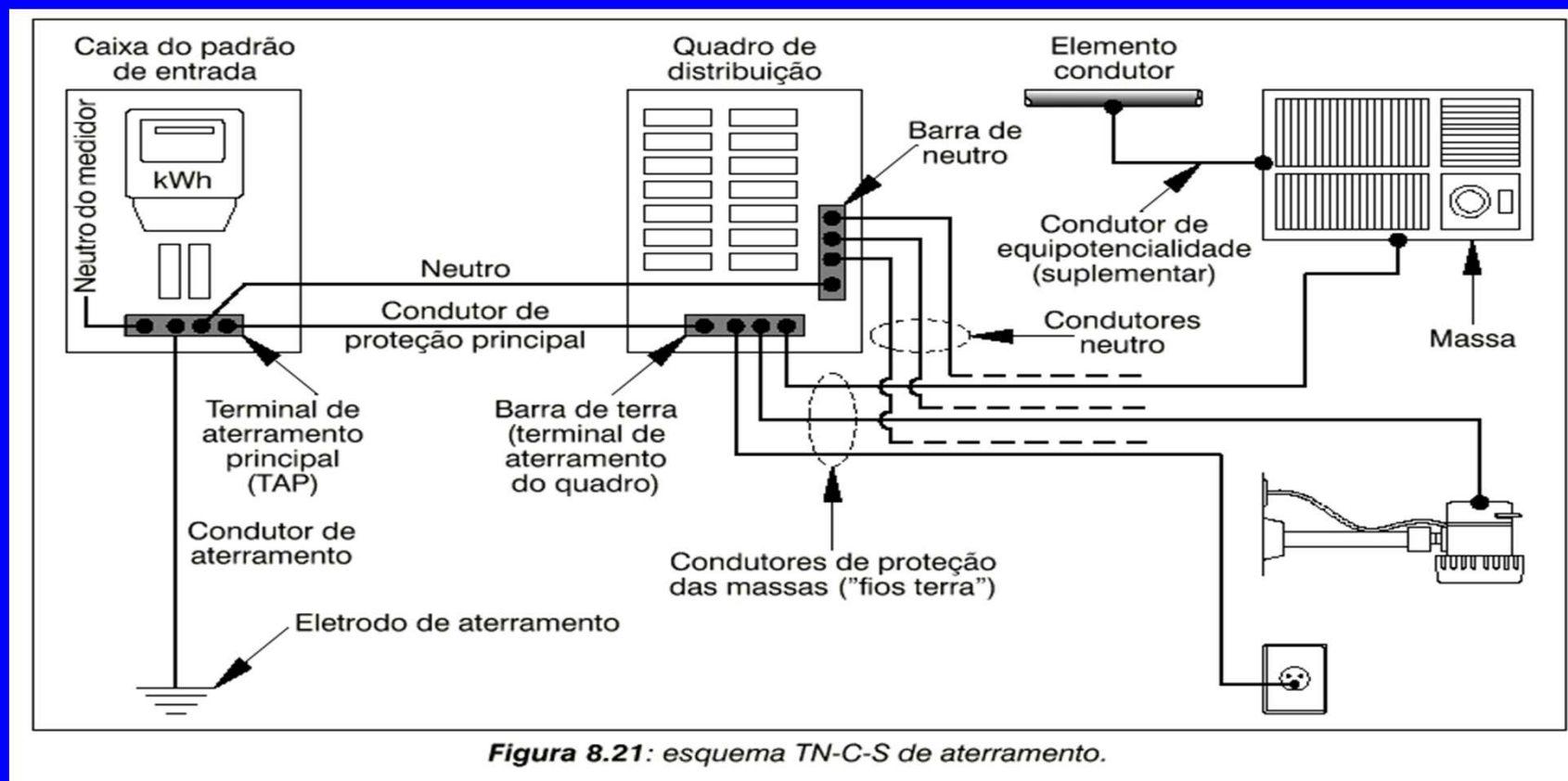
c) Esquema TN-C-S



Esquemas de Aterramento

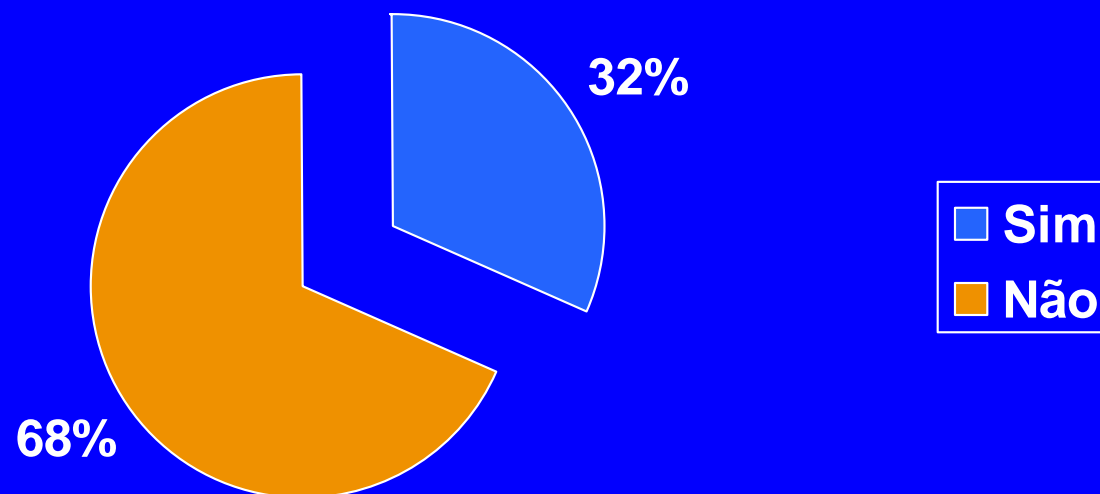
Esquema TN

c) Esquema TN-C-S



Pesquisa realizada pelo Procobre em 2002 na cidade de São Paulo

PRESENÇA DO FIO TERRA



Base 628 residências

“NBR 5410 exige fio terra desde 1980”

Lembre-se

“É obrigatório instalar o fio terra em todas as tomadas, e as mesmas deverão ser 2P+T”

OBRIGADO!

www.procobrebrasil.org

www.schneider-electric.com.br

www.vertengenharia.com.br