A IMPORTÂNCIA DO USO DOS DISPOSITIVOS DIFERENCIAIS RESIDUAIS EM QUADROS ELÉTRICOS RESIDENCIAIS

Diego Nogueira Mota[1]; Vanderson Antonio Tofanelli[2]; Joana D'Arque Côrrea[3]; Arlete Vieira da Silva[4]

1 Engenheiro Eletricista. UNIBH, 2013. COBRAPI Gerenciamento Consultoria e Projetos Ltda. Belo Horizonte, MG. diegonomot@hotmail.com

2 Engenheiro Eletricista. UNIBH, 2013. Orteng MPN Engenharia e Consultoria LTDA. Belo Horizonte, MG. vandersontofanelli@yahoo.com.br

3 Mestre em Engenharia Elétrica. UFMG, 2002. Professora do Centro Universitário de Belo Horizonte UNI-BH. Belo Horizonte, MG. joana.darque@prof.unibh.br

4 Mestre em Geografia e Análise Ambiental. UFMG, 2002. Professora do Centro Universitário de Belo Horizonte UNI-BH. Belo Horizonte, MG. arlete.silva@prof.unibh.br

Recebido em: XX/XX/XXXX - Aprovado em: XX/XX/XXXX - Disponibilizado em: XX/XX/XXXX

RESUMO: Devido aos riscos potenciais de acidentes decorrentes do uso de equipamentos elétricos e da baixa qualidade das próprias instalações elétricas, as normas de eletricidade têm aumentado sua rigidez quanto aos fatores de segurança, tanto para instalações residenciais quanto para industriais. Os dispositivos Diferenciais Residuais – DR são equipamentos capazes de proteger pessoas contra choques elétricos e também o patrimônio. Este trabalho tem como fundamentação a análise dos disjuntores e interruptores DR utilizados em residências, com uma abordagem baseada nas normas da ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão e ABNT NBR 5361 - Disjuntores de Baixa Tensão. O objetivo dessa pesquisa é analisar a importância do uso Dispositivo Diferencial Residual - DR, como especificá-lo, quais circuitos elétricos residenciais devem ser protegidos em quadros elétricos residenciais. Os procedimentos metodológicos foram realizados pela elaboração do referencial teórico, pela análise das normas citadas e finalmente o estudo de casos, segundo Gil (1995), com o objetivo de verificar o uso real do dispositivo DR em residências. Infelizmente ao final da pesquisa foi constatado que apesar dos riscos elétricos que possam ocorrer durante falha em equipamentos ou nas instalações elétricas de baixa tensão, a utilização do DR não é comum em residências, sendo os circuitos protegidos apenas por disjuntores de baixa tensão, que não oferecem proteção adequada contra o choque elétrico. Existe um esforço de alguns órgãos públicos em tornar obrigatória a certificação de instalações elétricas residenciais, mas são ações isoladas, que ainda não alcançaram o objetivo desejado. O resultado final alcançado por esta pesquisa foi importante para alertar e acredita-se que quanto maior o número de abordagens na utilização de dispositivo DR, maiores serão as chances de pessoas terem acesso a essa importante informação e quem sabe uma conscientização coletiva

poderá ser alcançada em breve.

Palavras Chave: Dispositivos Diferenciais Residuais, Quadros elétricos residenciais,Riscos elétricos, Instalações elétricas de baixa tensão.

ABSTRACT: Due to the potential risks of accidents resulting from the use of electrical equipment and the low quality electrical installations, the electrical standards have increased their rigidity regarding safety factors for both for residential and for industrial installations. Residual Differential Devices - DR equipment capable of protecting people against electrical shocks and also the patrimony. This work has as fundament the analysis of circuit breakers and switches DR used in homes, with an approach based on the rules of ABNT NBR 5410 - Low Voltage Electrical Installations and ABNT NBR 5361 - Low Voltage Circuit Breakers. The objective of this research is to analyze the importance of using Differential Residual Device - DR as specify it, which circuits must be protected in residential electrical panels. The methodological procedures were performed by preparing the theoretical reference, the analysis of the standards and finally the case study, according to Gil (1995), in order to verify the actual use of the DR in residencies. Unfortunately the end of the survey it was found that despite the electrical hazards that may occur during equipment failure or in low voltage electrical installations, the use of DR is not common in homes, the circuits are protected only by low voltage circuit breakers, which do not provide adequate protection against electric shock. There is an effort by some government agencies in mandating certification of residential electrical installations, but are isolated actions that have not yet achieved the desired goal. The end result achieved by this research was important to alert us and it is believed that the greater the number of approaches in the use of DR device, the greater the chances of people have access to this important information and maybe a collective awareness can be achieved soon.

Keywords: *Differential Residual Device, Residential electrical panels, Electrical hazards, Low voltage electrical installations, Low voltage circuit breakers.*

---

1 INTRODUÇÃO

Pouca atenção tem sido dada aos riscos potenciais decorrentes do uso de equipamentos elétricos e das próprias instalações elétricas, os quais muitas vezes não possuem um sistema de aterramento eficiente, são sub-dimensionadas, e localizam-se fisicamente próximas a tubulações de água, esgoto e gás. Um outro fator agravante é o uso de equipamentos projetados para uso doméstico, tais como geladeiras, freezers, fornos de microondas, extensões, benjamim.

Ao longo dos anos, as normas de eletricidade têm aumentado sua rigidez quanto aos fatores de segurança, tanto para instalações caseiras quanto para industriais.

O dispositivo Diferencial Residual - DR tem o seu uso obrigatório desde o ano de 1997 de acordo com as normas de instalações elétricas em Baixa Tensão. Assim, todos os engenheiros projetistas, instaladores, construtoras e eletricistas devem prever a sua utilização em instalações elétricas residenciais e comerciais a partir desta data.

Diante do cenário, engenheiros e operários, devem estar em constantes atualizações sobre os novos processos, novas metodologias, e principalmente ter competência e capacidade para absorver e processar um vasto conjunto de informações, realizando filtragens, compartilhamentos de informações, o qual é essencial para o trabalho.

Este trabalho de pesquisa tem como fundamentação a análise dos disjuntores e interruptores DR utilizados em residências, com uma abordagem baseada nas normas da ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão e ABNT NBR 5361 - Disjuntores de Baixa Tensão.

A intenção de realizar essa pesquisa pautou-se na busca de um conhecimento mais amplo a respeito do disjuntor DR, é com a pretensão de demonstrar ao final deste trabalho a importância da utilização deste dispositivo de segurança, que atualmente é ignorado por muitos profissionais da área de elétrica, conforme se pode verificar no item seguinte na contextualização do problema.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EFEITO DA CORRENTE ELÉTRICA NO CORPO HUMANO

Segundo CIPA (2011), a eletricidade é vital na vida moderna, é desnecessário ressaltar sua importância, quer propiciando conforto aos lares, quer atuando como insumo nos diversos segmentos da economia. Por outro lado, o uso da eletricidade exige do consumidor a aplicação de algumas precauções em virtude do risco que a eletricidade representa, muitos não sabem, desconhecem ou desconsideram este risco.

Os acidentes ocorridos com eletricidade, no lar e no trabalho, são os que ocorrem com maior freqüência e comprovadamente os que trazem as mais graves conseqüências. As normas de segurança estabelecem que pessoas devem ser informadas sobre os riscos a que se expõem, assim como conhecer os seus efeitos e as medidas de segurança aplicáveis (CIPA, 2011).

Segundo o mesmo autor, para avaliação da corrente elétrica que circula num circuito deve-se utilizar a Lei de Ohm, que estabelece na fórmula 1:

$V=R \times I$ [Item 1]

então,

I = Corrente em Ampéres (A);

V = Tensão em Volts (V);

R = Resistência em Ohms (Ω).

CIPA (2011) ressalta que a Lei de Ohm estabelece que a intensidade da corrente elétrica que circula numa carga é tão maior quanto maior for a tensão, ou menor quanto menor for a tensão. No caso do choque elétrico, o corpo humano participa como sendo uma carga (resistência elétrica), o corpo humano ou animal é condutor de corrente elétrica, não só pela natureza de seus tecidos como pela grande quantidade de água que contém. O valor da resistência em Ohms, do corpo humano, varia de indivíduo para indivíduo, e também varia em função do trajeto percorrido pela corrente elétrica. A resistência média do corpo humano, medida da palma de uma das mãos à palma da outra, ou até a planta do pé é da ordem de 1300 a 3000 Ohms.

De acordo com a Lei de Ohm, e com base no valor da resistência do corpo humano, pode-se avaliar a intensidade da corrente elétrica produzida por um choque elétrico, e isso serve para a análise dos efeitos provocados pela corrente elétrica em função de sua intensidade (CIPA, 2011).

Segundo o mesmo autor, para condições normais de influências externas, considera-se perigosa uma tensão superior a 50 Volts em corrente alternada. Assim uma tensão de contato no valor de 50 V, resultará numa corrente de:

I = 50 / 1300 = 38,5 mA

Ao passar pelo corpo humano, a corrente elétrica, dependendo do valor, danifica e lesa os tecidos nervosos e cerebral, provoca coágulos nos vasos sanguíneos e pode paralisar a respiração e os músculos cardíacos. A corrente elétrica pode matar imediatamente ou pode colocar a pessoa inconsciente. A corrente faz os músculos se contraírem a 60 ciclos por segundo, que é a frequência da corrente alternada. A sensibilidade do organismo a passagem de corrente elétrica inicia em um ponto conhecido como Limiar de Sensação e que ocorre com uma intensidade de corrente de 1 mA para corrente alternada e 5 mA para corrente contínua. Pesquisadores definiram 3 tipos de efeitos manifestados pelo corpo humano quando da presença de eletricidade; Limiar de Sensação; Liminar de não Largar e Limiar de fibrilação ventricular (CIPA, 2011):

No **Limiar de Sensação (Percepção)** o corpo humano começa a perceber a passagem de corrente elétrica a partir de 1 mA (CIPA, 2011).

Já o **Limiar de Não Largar,** segundo o mesmo autor, está associado às contrações musculares provocadas pela corrente elétrica no corpo humano, a corrente alternada a partir de determinado valor, excita os nervos provocando contrações musculares permanentes, com isso cria-se o efeito de agarramento que impede a vítima de se soltar do circuito, a intensidade de corrente para esse limiar varia entre 9 e 23 mA para os homens e 6 a 14 mA para as mulheres.

Segundo SIEMENS (2003), no **Limiar de Fibrilação Ventricular**, o choque elétrico é o efeito patofisiológico da passagem da corrente elétrica pelo corpo humano. Essa passagem afeta o corpo desde uma sensação de formigamento até disfunções circulatórias e respiratórias podendo ainda causar queimaduras. O grau de risco para a pessoa é função da intensidade da corrente, das partes do corpo atravessadas, e da duração da passagem da corrente.

Para proteger as pessoas contra choque elétrico é preciso primeiro conhecer qual é o efeito da corrente elétrica no corpo humano. Para isto foi realizado um grande estudo, pela IEC (Comissão Eletrotécnica Internacional), baseado nos estudos de medicina relacionando o choque com efeitos fisiológicos no corpo humano (Figura 1). O resultado deste estudo está no documento IEC 479. Esta norma define regiões na curva duração do choque elétrico x intensidade, em função dos efeitos causados (Figura 2). Pode-se daí (e assim a norma ABNT NBR 5410 o faz), extrair as condições em que é segura a instalação elétrica.

Corrente (mA)	Reações Fisiológicas habituais
500 mA	Parada cardíaca
30 mA	Risco fibrilação cardíaca
10 mA	Sem efeito perigoso até 5 segundos
0,5 mA	Pequena contração muscular
0,1 mA	Leve formigamento

FIGURA 1 - Reações Fisiológicas - trajeto mão esquerda – pés - Fonte: SIEMENS, (2003), p. 10

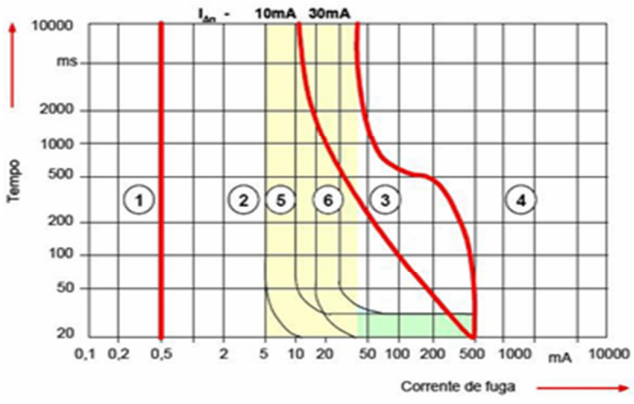

FIGURA 2 - Zona Tempo/corrente - trajeto mão esquerda – pés - Fonte: SIEMENS, (2010), p. 21

A curva C1 da IEC 479-1 define os limites de intensidade da corrente/duração que não podem ser superados. A NBR 5410 estabelece que se a tensão de contato UC apresentar potencial para ultrapassar o valor da tensão de contato limite, a duração da tensão de defeito deve ser limitada pela intervenção de dispositivos de proteção apropriados. Baseado nestas informações a NBR 5410 especifica as condições de seccionamento da alimentação para garantir a proteção das pessoas que utilizam desta instalação. O seccionamento automático da alimentação destina-se a evitar que uma tensão de contato se mantenha por um tempo que a curva C1 da IEC 479-1 define os limites de intensidade da corrente/duração que não podem ser superados. (ABNT, 2004).

QUADRO 1 - Reação do coração na Zona tempo/corrente

Zona 1	Habitualmente nenhuma reação
Zona 2	Habitualmente nenhum efeito patofisiológico perigoso
Zona 3	Habitualmente nenhum risco de fibrilação
Zona 4	Risco de fibrilação
C1	sem fibrilação ventricular
C2	5%de probabilidade de fibrilação ventricular
C3	50%de probabilidade de fibrilação ventricular

Fonte: SIEMENS, (2003), p. 13

Baseada nestas informações, segundo ABNT (2004), a NBR 5410 especifica as condições de seccionamento da alimentação para garantir a proteção das pessoas que utilizam-se da instalação. Alguns princípios básicos norteiam o seccionamento da alimentação, além do fato dele ter que ser automático. O seccionamento automático da alimentação destina-se a evitar que uma tensão de contato se mantenha por um tempo que possa resultar em risco de efeito fisiológico perigoso para as pessoas, conforme definido na IEC 479-1. Esta medida de proteção requer a coordenação entre o esquema de aterramento adotado e as características dos condutores de proteção e dos dispositivos de proteção. A proteção contra contatos indiretos pelo seccionamento automático da alimentação do circuito só é possível se forem combinadas duas condições:

1. A existência de um caminho condutor para a corrente de falta fase-massa, denominado percurso da corrente de falta, cuja constituição depende do esquema de aterramento adotado;
2. A interrupção da corrente de falta fase-massa por dispositivo de proteção adequado e em um tempo máximo, que depende de parâmetros tais como a tensão de contato presumida, a probabilidade de ocorrência de uma falta e a probabilidade de uma pessoa tocar na massa do equipamento durante uma falta.

A condição (1) requer a presença de condutores de proteção ligando todas as massas da instalação a um sistema de aterramento, formando os percursos de corrente de falta, para os diversos esquemas de aterramento.

A condição (2) exige a presença de dispositivos de proteção, cujas características são definidas de acordo com o tipo de esquema de aterramento.

Segundo KINDERMANN (1995), em habitações, o chuveiro é o equipamento de maior risco, pois o choque elétrico ocorre no corpo humano com a pele na condição molhada, a qual diminui a resistência de contato, resultando em um choque elétrico violento e com possibilidade de ser fatal.

A NBR 5410 então, recomenda a utilização de interruptores de corrente de fuga, os quais protegem os usuários contra choques elétricos, direto ou indiretamente e também contra incêndios provocados

por falhas de isolamento dos condutores e equipamentos (ABNT, 2004).

2.2 Riscos Elétricos Causados por Contatos Diretos e Indiretos

Pesquisas realizadas pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL, 2011) demonstram que 93% das pessoas já sofreram algum tipo de choque elétrico em casa e os principais motivos apontados foram torneira do chuveiro (30%); fio desencapado, extensão, benjamim etc. (29%); ligação de equipamentos (14%); geladeira, máquina de lavar, fogão etc. (13%); troca de lâmpadas (12%); e outros (2%).

No âmbito das instalações elétricas, as regras a ter em conta para garantir a proteção de pessoas encontram-se no Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Elétrica, sendo referidos dois tipos de riscos:

- Contatos diretos: São os riscos provenientes dos contatos com partes ativas dos materiais ou aparelhos elétricos (Figura 3);

FIGURA 3 – Contato direto de uma pessoa com um dispositivo elétrico
Fonte: PRYSMIAN (2006), p. 37

- Contatos indiretos: São os riscos a que as pessoas ficam sujeitas em resultado das massas (estruturas metálicas) ficarem acidentalmente sob tensão (Figura 4).

FIGURA 4 – Contato indireto de uma pessoa através de um eletrodoméstico
Fonte: PRYSMIAN (2006), p. 37

O elevado número de acidentes originados por contatos diretos e contatos indiretos no sistema elétrico impõe novos métodos e dispositivos que permitem o uso seguro e adequado da eletricidade reduzindo o perigo às pessoas, além de perdas de energia e danos as instalações elétricas. A destruição de equipamentos e incêndios é muitas vezes causada por correntes de fuga a terra em instalações mal executadas, subdimensionadas, com má conservação ou envelhecimento (SIEMENS, 2013).

De acordo, o mesmo autor, as correntes de fuga provocam riscos às pessoas, aumento de consumo de energia, aquecimento indevido, destruição da isolação, podendo até ocasionar incêndios. Esses efeitos podem ser monitorados e interrompidos por meio de um Dispositivo DR.

Portanto, os Dispositivos DR (diferencial residual) protegem contra os efeitos nocivos das correntes de fuga à terra, garantindo uma proteção eficaz tanto à vida dos usuários quanto aos equipamentos (SIEMENS, 2009).

2.3 DISPOSITIVO DR

Os dispositivos à corrente diferencial-residual (DR) constituem-se no meio mais eficaz de proteção de pessoas e animais contra choques elétricos. Estes dispositivos permitem o uso seguro e adequado da eletricidade, reduzindo o nível de perigo às pessoas, as perdas de energia e os danos às instalações, porém sem dispensar outros elementos de proteção (disjuntores, fusíveis etc.) (APPEL, 2012).

O DR possui a finalidade de interromper, num determinado período, a corrente elétrica fornecida a uma carga (aquecedor, bomba, lâmpada), quando uma corrente que flui para a terra (choque ou fuga devido ao mal funcionamento de algum aparelho) excede um valor predeterminado. Esta corrente é geralmente muito menor do que a requerida para acionar a proteção de sobre corrente (fusível ou disjuntor) do circuito de alimentação (CHIA LI, 1998).

Esses dispositivos são de uso obrigatório desde 1997 e devem seguir as normas de instalações elétricas em Baixa Tensão. Assim, todos os engenheiros projetistas, instaladores, construtoras e eletricistas devem utilizá-las em instalações elétricas residenciais e comerciais a partir desta data (INOUE, 2006).

O DR funciona como um sensor que mede as correntes que entram e saem no circuito. As duas são de mesmo valor, porém de direções contrárias em relação à carga. Se a corrente que entra na carga for chamada de +I e a que sai de -I, logo a soma das correntes é igual a zero. A soma só não será igual a zero se houver corrente fluindo para a terra, como no caso de um choque elétrico (GE, 2011).

Segundo ABNT (2004), a NBR 5410 indica que o DR deve estar instalado em série com os disjuntores de um quadro de distribuição. Em geral, ele é colocado depois do disjuntor principal e antes dos disjuntores de distribuição.

O mesmo autor ainda destaca que para facilitar a detecção do defeito, aconselha-se proteger cada aparelho com dispositivo diferencial. Caso isto não seja viável, deve-se separar por grupos que possuam características semelhantes.

A ABNT (2004) recomenda que todos os fios do circuito têm que obrigatoriamente passar pelo DR, o fio terra (proteção) nunca poderá passar pelo interruptor diferencial, o neutro não poderá ser aterrado após ter passado pelo interruptor, o botão de teste para o DR de 4 pólos está entre os pólos centrais F/F (220 V), mas o DR funciona normalmente se conectado F/N (127 V) nestes pólos.

Além dos nomes DDR e DR, conforme SIEMENS (2001), também são conhecidos como:

- RCDs (Residual Current Devices);
- ELCBs (Earth Leakage Circuit-Breakers);
- R.C.C.B (Residual-Current-operated Circuit Breaker).

Conforme destaca a NBR 5410, norma para instalações elétricas de baixa tensão, o uso do dispositivo DR consiste apenas em uma medida adicional de segurança. Ou seja, o emprego desse mecanismo não constitui uma medida de proteção completa e não dispensa, portanto, a adoção das demais providências estabelecidas na mesma, tal como o uso obrigatório do condutor de proteção fio terra em todos os circuitos (ABNT, 2004).

É importante frisar que é obrigatório o uso do disjuntor na retaguarda do DR, pois o dispositivo não atua como um substituto. No entanto, devido à desinformação, profissionais despreparados fazem confusão, e ao instalar o DR retiram o disjuntor das instalações, colocando em risco os circuitos elétricos.

O DR só faz proteção contra corrente de fuga, portanto, não atua em situação de sobrecarga e curto-circuito. Por isso é preciso ter um disjuntor de retaguarda. Para a correta instalação do DR é obrigatória também a presença do condutor de proteção no circuito.

Segundo a NBR 5410, os DR's deverão possuir sensibilidade para atuação para correntes de fuga menor ou igual a 30 mA para instalações elétricas residenciais (ABNT, 2004).

O dispositivo DR detecta a soma fasorial das correntes que percorrem os condutores de um circuito total ou um trecho de circuito, interrompendo a alimentação se esta soma fasorial ultrapassar um valor pré-estabelecido (COTRIM, 2010).

O mesmo autor ressalta que para a utilização de um DR, deverão ser envolvidos todos os condutores fases de um circuito, bem como o condutor neutro. O condutor de proteção deverá ser externo ao circuito que é monitorado por este dispositivo.

O autor ainda afirma que um dispositivo de interrupção por corrente de fuga divide-se basicamente em dois tipos:

➢ **Interruptor DR**: Como exemplo na figura 8, destinado apenas a proteção por corrente de fuga. O DR não substitui um disjuntor, pois ele não protege contra sobrecargas e curtos-circuitos. Para estas proteções, devem-se utilizar os disjuntores em associação.

FIGURA 8: Interruptor DR - 2 Pólos E 4 Pólos.
Fonte: GE (2006), p. 19

➢ **Disjuntor DR**: Como exemplo na figura 9, além de atuar por uma corrente de fuga, protege o circuito também por sobrecarga. **OBS:** este equipamento é de utilização muito rara, difícil de encontrar no mercado devido ao alto custo.

➢ **Exemplo de aplicação do Disjuntor DR**

A figura 10 demonstra o esquema de um circuito bifásico alimentando um chuveiro elétrico. As duas fases passam pelo disjuntor termomagnético, após pelo disjuntor DR e finalmente ao chuveiro. Note-se que o fio terra (cor verde) é conectado no chuveiro.

FIGURA 9: Disjuntor com Proteção Diferencial - 2 pólos.
Fonte: GE (2006), p. 19

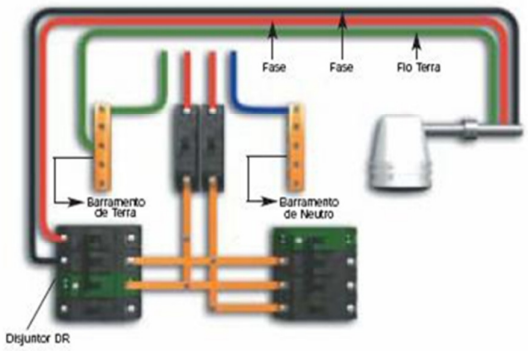

FIGURA 10 - Esquema de um Circuito Bifásico com Disjuntores DR
Fonte: Prysmian (2010), p.10

Conforme NBR 5410 a obrigatoriedade do uso de um dispositivo de proteção diferencial (DR) ocorre nos casos abaixo (ABNT, 2004):

a) os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;

b) os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;

c) os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;

d) os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;

e) os circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

De acordo com o mesmo autor, as considerações referentes à obrigatoriedade do uso do DR:

1. No que se refere a tomadas de corrente, a exigência de proteção adicional por DR de alta sensibilidade se aplica às tomadas com corrente nominal de até 32 A;
2. A exigência não se aplica a circuitos ou setores da instalação concebidos em esquema de aterramento IT, visando garantir continuidade de serviço, quando essa continuidade for indispensável à segurança das pessoas e à preservação de vidas, como, por exemplo, na alimentação de salas cirúrgicas ou de serviços de segurança;
3. Quando o risco de desligamento de congeladores por atuação intempestiva da proteção, associado à hipótese de ausência prolongada de pessoas, significar perdas e/ou conseqüências sanitárias relevantes, recomenda-se que as tomadas de corrente previstas para a alimentação de tais equipamentos sejam protegidas por dispositivo DR com característica de alta imunidade a perturbações transitórias, que o próprio circuito de alimentação do congelador seja, sempre que possível, independente, e que, caso exista outro dispositivo DR a montante do de alta imunidade, seja garantida seletividade entre os dispositivos. Alternativamente, ao invés de dispositivo DR, a tomada destinada ao congelador pode ser protegida por separação elétrica individual, recomendando-se que também aí o circuito seja independente e que caso haja dispositivo DR a montante, este seja de um tipo imune a perturbações transitórias.
4. A proteção dos circuitos pode ser realizada individualmente, por ponto de utilização ou por circuito ou por grupo de circuitos.

ABNT (2004), afirma na NBR 5410, quais são as vantagens do uso do dispositivo DR:

- A proteção a pessoas contra fuga de corrente a terra provocadas por equipamentos defeituosos, instalações danificadas ou contatos diretos (choques);
- Permite sua aplicação em qualquer setor, tanto residencial, comercial ou industrial. Em construções a grandes alturas, trabalhando com equipamento energizado, evitará a queda devido a choques elétricos, lembrando que utilizam-se muito, as escadas em alumínio que é um excelente condutor elétrico.
- Proteção de equipamentos e instalações por falta de isolamento em condutores.

O mesmo autor ressalta que as desvantagens do dispositivo DR encontram-se neste ser um dispositivo de elevado custo, se comparado com outros dispositivos de proteção utilizados em residências, apesar de o custo benefício de sua instalação ser importante item a ser levado em conta. A medida que as pessoas vão utilizando esse dispositivo em seus projetos, certamente o custo do

DR irá reduzir, o que já vem ocorrendo anos após o primeiro disjuntor de proteção diferencial entrar no mercado.

2.3.1 UTILIZAÇÃO DO DR NAS INSTALAÇÃOES ELÉTRICAS

Segundo CHIA LI, et al (1998), nos Estados Unidos, todas as construções a partir de 1969 deveriam utilizar tomadas de três orifícios (fase, neutro e terra) e, a partir de 1975, qualquer equipamento eletroeletrônico que entra em contato com água (aquecedores, banheiras de hidromassagem, bombas, iluminação de piscinas, etc.) deveriam estar ligado à rede elétrica através de um dispositivo diferencial residual (DR). Cabe ressaltar que a norma brasileira NB-3 (ABNT NBR 5410:2004) já incorporou estas mesmas exigências.

De acordo com CEMIG (2003), em um condutor elétrico energizado em Corrente Alternada (CA), passa uma determinada quantidade de energia, sendo um percentual Ativo e outro Reativo. Quanto maior for o percentual de Potência Ativa (kW) que passar, será melhor e mais econômico.

A NBR 5410 utiliza a expressão: “dispositivos de proteção a corrente diferencial residual” ou, abreviadamente, “dispositivos DR”, para se referir, genericamente, à proteção diferencial residual, essa pode ser realizada através de:

- Disjuntores com proteção diferencial residual incorporada;
- Interruptores diferenciais residuais;
- Tomadas com interruptor DR incorporado;
- Blocos diferenciais acopláveis a disjuntores em caixa moldada ou a disjuntores modulares (minidisjuntores);
- Peças avulsas (relé DR e transformador de corrente toroidal), que são associadas ao disparador de um disjuntor ou a um contador, ou, ainda, associadas apenas a um elemento de sinalização e/ ou alarme (REVISTA ELETRICIDADE MODERNA, 2008).

De acordo com SIEMENS (2010), os tipos de dispositivos são AC, A e B, sendo assim descritos pelo autor:

Tipo AC: Detecta correntes residuais alternadas e são normalmente utilizados em instalações elétricas residenciais, comerciais e prediais, como também em instalações elétricas industriais de características similares.

Tipo A: Detecta correntes residuais alternadas e contínuas pulsantes; este tipo de dispositivo é aplicável em circuitos que contenham recursos eletrônicos que alterem a forma de onda senoidal.

Tipo B: Detecta correntes residuais alternadas, contínuas pulsantes e contínuas puras; este tipo de dispositivo é aplicável em circuitos de corrente alternada normalmente trifásicos que possuam, em sua forma de onda, partes senoidais, meia-onda ou ainda formas de ondas de corrente contínua, geradas por cargas como: equipamentos eletrodomésticos, entre outros.

Conforme SIEMENS (2012), a sensibilidade do DR varia de 30 a 500 mA e deve ser dimensionada com cuidado, pois existem perdas para terra inerentes à própria qualidade da instalação.

Proteção contra contato direto: 30 mA: Contato direto com partes energizadas pode ocasionar fuga de corrente elétrica, através do corpo humano, para terra.

Proteção contra contato indireto: 100 mA a 300 mA : No caso de uma falta interna em algum equipamento ou falha na isolação, peças de metal podem tornar-se "vivas" (energizadas).

Proteção contra incêndio: 500 mA: Correntes para terra com este valor podem gerar arcos/faíscas e provocar incêndios.

2.4 OUTRAS MEDIDAS CONTRA O CHOQUE ELÉTRICO

Apesar da eficiência garantida pelos fabricantes e órgãos de fiscalização na prevenção contra choques elétricos à partir da instalação de um dispositivo DR, é muito importante levar em consideração outras medidas de prevenção que também são fundamentais no objetivo de eliminar a causa do choque elétrico, pois os dispositivos de proteção atuam nas consequências, não deixando que ocorram danos pessoais e materiais (SIEMENS, 2003).

O mesmo autor ressalta que os Dispositivos de proteção como os disjuntores termomagnéticos mal dimensionados, de má qualidade, com muito tempo de uso e inexistência de manutenção, impedem uma proteção eficiente aos condutores, caso ocorra um curto-circuito, comprometendo fatalmente toda a instalação.

De acordo com a ABNT (2004), NBR 5410 prevê que toda instalação deverá possuir um dispositivo de proteção contra curto-circuito e sobrecarga. Esta proteção poderá ser através de disjuntores termomagnéticos ou através de fusíveis.

Ainda o autor destaca que um condutor de proteção deverá ser utilizado em todas as instalações elétricas, sendo ele, independente dos demais condutores, inclusive o condutor neutro pertencente ao circuito alimentador. Deverão ser utilizados uma ou mais hastes de aterramento exclusivamente para este sistema de proteção utilizando um condutor de aterramento, de forma que esteja disponível em todas as tomadas e pontos que utilizem energia elétrica.

Os sistemas de aterramento através do próprio condutor neutro não são admitidos, uma vez que este condutor faz parte do sistema de alimentação e não garante uma proteção suficiente ao usuário, e também é condenado pelas concessionárias e normas. Recomenda-se não aterrar o equipamento em vez de utilizar este sistema (SIEMENS, 2006).

No entanto, no Brasil, quase que a totalidade dos eletrodomésticos não utilizam tomadas de três pinos (2P+T - fase, neutro e proteção), comprometendo a segurança do usuário. Apesar da NBR 14136, que define o padrão brasileiro de tomadas com três pinos, ainda são utilizados inúmeros tipos de adaptadores que eliminam o pino terra (SIEMENS, 2006).

Assim, toda instalação elétrica deveria ser executada por pessoas habilitadas à partir de um projeto elétrico prévio, elaborado por profissional da área.

3 NORMATIZAÇÃO

No Brasil a entidade que é responsável pela Normatização é a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, fundada em 1940 para fornecer a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro, sendo uma entidade privada e 32 sem fins lucrativos, reconhecida como Foro Nacional de Normatização. A ABNT é a representante no Brasil das entidades de normatização internacional como a International Standard Organization – ISO e a International Electrotechnical Commission - IEC.

A ABNT é formada por inúmeros comitês em diversas áreas envolvendo
especialistas respeitados em todo o Brasil e o Mundo.

Segundo ABNT (2008), seus principais objetivos são:

- Promover a elaboração de normas técnicas e fomentar seu uso nos campos científico, técnico, industrial, comercial, agrícola, de serviços e correlatos, mantendo-as atualizadas, apoiando-se, para tanto, na

melhor experiência técnica e em trabalhos de laboratório;

- Incentivar e promover a participação das comunidades técnicas na pesquisa, no desenvolvimento e difusão da normatização do país;
- Representar o Brasil nas entidades internacionais de normatização técnica e delas participar;
- Colaborar com organizações similares estrangeiras, intercambiando normas e informações técnicas;
- Conceder, diretamente ou por meio de terceiros, Marca de Conformidade e outros certificados referentes à adoção setorial vigente;
- Prestar serviços no campo da normatização técnica;
- Intermediar, junto aos poderes públicos, os interesses da sociedade civil no tocante aos assuntos de normatização técnica.

Todas as normas técnicas elaboradas pela ABNT, são registradas no Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial – INMETRO.

No caso de eletricidade, a elaboração das normas estão a cargo do Comitê Brasileiro de Eletricidade – COBEI, sendo um dos que compõe a ABNT.

A norma que rege as instalações elétricas em baixa tensão é a ABNT NBR 5410, sendo que sua última edição foi em 2004. Existem outras normas que atuam em conjunto com a ABNT NBR 5410, referentes aos condutores e demais materiais e equipamentos elétricos incluindo sua forma de instalação. Algumas delas estão relacionadas a seguir.

- NBR 5111 Fios de cobre nu de seção circular para fins elétricos - Especificação
- NBR 5368 Fios de cobre mole estanhados para fins elétricos - Especificação
- NBR 5176 Segurança de aparelhos eletrônicos e aparelhos associados para uso domésticos ou geral ligados a um sistema elétrico - Procedimento
- NBR 5413 Iluminância de interiores - Especificação
- NBR 5419 Proteção contra descargas atmosféricas - Procedimento
- NBR 5473 Instalação elétrica predial - Terminologia
- NBR 5444 Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais
- NBR 5361 Disjuntor de baixa tensão
- NBR 5461 Iluminação
- NBR 5597 Eletroduto rígido de aço carbono com revestimento protetor, com rosca ANSI - Especificação
- NBR 5598 Eletroduto rígido de aço-carbono com revestimento protetor, com rosca
- NBR 5624 Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca NBR 8133 - Especificação
- NBR 6147 Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – Especificação
- NBR 6150 Eletrodutos de PVC rígido - Especificação
- NBR 6252 Condutores de alumínio para cabos isolados - Padronização
- NBR 6527 Interruptores para instalação elétrica fixa doméstica e análoga – Especificação
- NBR 6808 Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Especificação
- NBR 6812 Fios e cabos elétricos - Queima vertical (fogueira) - método de ensaio

- NBR 6880 Condutores de cobre para cabos isolados - Padronização
- NBR 7094 Motores de indução - Especificação
- NBR 9122 Dispositivos fusíveis de baixa tensão para uso doméstico - Especificação
- NBR 9513 Emendas para cabos de potência isolados para tensões até 750 V
- NBR 14136 Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização
- IEC 614 Specification for conduits for electrical Installations
- NBR NM 60898 Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares (IEC 60898:1995, MOD)
- IEC 61008-2-1 Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCB's) – Part 2-1: Applicability of the general rules to RCCB's functionally independent of line voltage

O objetivo principal da ABNT NBR 5410 é fixar condições de garantias do funcionamento adequado das instalações, a segurança das pessoas e animais domésticos que utilizam estas instalações e a conservação dos bens (ABNT, 2004).

Segundo o mesmo autor, pode-se relacionar algumas aplicações básicas da NBR 5410:

- Instalações elétricas alimentadas sob tensão nominal igual ou inferior a 1000 Volts em corrente alternada, com freqüência inferior a 10 kHz , ou a 1500 Volts em corrente contínua;
- Em instalações elétricas de prédios residenciais, comerciais, de uso público, industriais, agropecuário e hortigranjeiros, prédios pré-fabricados, reboques e locais de acampamento, canteiros de obras, feiras, exposições e outras instalações temporárias;
- Em instalações novas e reformas;

O mesmo autor ainda afirma que a NBR 5410 relaciona algumas prescrições fundamentais a fim de garantir o cumprimento do objetivo principal da mesma:

- Proteção contra choques elétricos:
  - Proteção contra contatos diretos;
  - Proteção contra contatos indiretos.
- Proteção contra efeitos térmicos;
- Proteção contra sobrecorrentes;
- Proteção contra sobretensões;
- Seccionamento e comando;
- Independência da instalação elétrica;
- Acessibilidade dos componentes;
- Condições de alimentação;
- Condições de instalação.

4 METODOLOGIA

O trabalho se classifica, segundo GIL (1995), como uma pesquisa do tipo de caso.

Os procedimentos metodológicos foram iniciados pela elaboração do referencial teórico, que teve por finalidade nivelar o conhecimento dos pesquisadores sobre o tema em questão. Além de auxiliar na obtenção de dados para enriquecer a discussão dos resultados.

Após esta etapa, os pesquisadores iniciaram a análise da norma NBR 5410/2004, onde foi realizada uma pesquisa detalhada das normas técnicas e regulamentadoras da ABNT, referente ao tema do trabalho, para uma total compreensão da abrangência da utilização dos dispositivos de proteção residuais, inclusive buscar informações contidas nas normas de fabricação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizada as etapas anteriores, os pesquisadores seguiram para o estágio de estudo de casos, segundo Gil (1995). Foram pesquisadas 30 residências com o objetivo de verificar o uso do dispositivo DR, analisar as divergências em sua instalação baseado na Norma ABNT NBR 5410 (2004) e sugerir medidas corretivas para regularização das instalações, onde necessário.

5.1 VERIFICAÇÃO DO USO DO DR EM QUADROS RESIDENCIAIS

A coleta de dados ocorreu em 30 residências localizadas em três cidades, para com o objetivo de uma abrangência maior na pesquisa e que os dados coletados refletissem a realidade do uso do dispositivo DR em uma maior extensão.

Entretanto em nenhuma casa foi encontrado o dispositivo DR instalado.

Na tabela 1 foram sintetizados os dados coletados:

TABELA COLETA DE DADOS RESIDÊNCIAS

LOCALIZAÇÃO		ANO DE CONSTRUÇÃO	PADRÃO DE IMÓVEL	QUADRO ELÉTRICO	DISJUNTOR DR
CIDADE	BAIRRO				
NOVA LIMA-MG	CASCALHO	1965	BAIXO	Não instalado. Os circuitos são protegidos apenas por um disjuntor geral instalado no medidor do padrão CEMIG	Não possui.
NOVA LIMA-MG	CASCALHO	1970	BAIXO	Não instalado. Os circuitos são protegidos apenas por um disjuntor geral instalado no medidor do padrão CEMIG	Não possui.
NOVA LIMA-MG	CRISTAIS	2000	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
NOVA LIMA-MG	COND. VEREDAS GERAIS	1998	ALTO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	SÃO PAULO	1980	BAIXO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos.	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	FERNÃO DIAS	2008	MEDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	PALMARES	2003	MEDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	ESTORIL	1993	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	PAMPULHA	1995	ALTO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	CALIFORNIA	1999	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	STA. INÊS	1985	BAIXO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	UNIÃO	1980	BAIXO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	JULIANA	2005	BAIXO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	NEVES	2001	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	BURITIS	2002	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	CIDADE NOVA	1998	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	NOVA BARROCA	2008	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	ESPLANADA	2005	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
BELO HORIZONTE-MG	ESPLANADA	2002	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
ITAUNA -MG	MORRO DO SOL	1996	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
ITAUNA -MG	NUEIRA MACHADO	2000	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
ITAUNA -MG	UNIVERSITÁRIO	2012	ALTO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.
ITAUNA -MG	CENTRO	2000	MÉDIO	Possui quadro elétrico com distribuição de circuitos	Não possui.

Fonte: OS AUTORES, 2013

5.2 ANÁLISE DAS DIVERGÊNCIAS DO USO DO DR BASEADO NA NORMA NBR 5410/2004

Conforme informações dispostas no item 2.5 dessa pesquisa, o objetivo principal da ABNT NBR 5410 (2004) é fixar condições de garantias do funcionamento adequado das instalações, a segurança das pessoas e animais domésticos que utilizam estas instalações e a conservação dos bens.

Por isso em todas as residências visitadas deveriam estar instalados os dispositivos DR nos circuitos que se enquadram nos casos, conforme determina a NBR-5410 (ABNT, 2004):

a) os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;

b) os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;

c) os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;

d) os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;

5.3 SUGESTÃO DE MEDIDAS CORRETIVAS

Após a análise das exigências normativas e entendimento da aplicação dos dispositivos diferenciais residuais, percebe-se a importância de sua utilização em instalações elétricas, refletida desde a preservação de bens materiais e o principalmente a preservação da vida.

Nas casas instaladas foi comum o relato de algum tipo de acidente residencial envolvendo equipamentos elétricos em área molhadas (locais em contato com água constantemente) ou em chuveiros elétricos ao tocar nas válvulas de abertura de água. Não houve relato de acidentes com consequências de maior gravidade, talvez por isso ainda haja ainda um descaso com o uso do dispositivo.

A maioria das casas visitadas possui quadro elétrico com divisão de circuitos, portanto a instalação do dispositivo DR é bem simples e por mais que em alguns casos não exista espaço interno suficiente nos quadros, as medidas corretivas são de custo relativamente baixo se comparado ao benefício da segurança para a instalação e moradores das residências.

Abaixo temos duas alternativas para instalação do dispositivo DR:

ALTERNATIVA 1:

Aplicação em residências onde há maior espaço para adequação dos quadros, através da utilização do interruptor diferencial residual que não possui características técnicas de proteção termomagnética, por isso é necessário a manutenção dos disjuntores termomagnéticos existentes nos quadros. A vantagem dessa aplicação deve-se ao custo inferior do **interruptor** diferencial residual em relação à alternativa 2 seguinte, onde é aplicado o **disjuntor** diferencial residual.

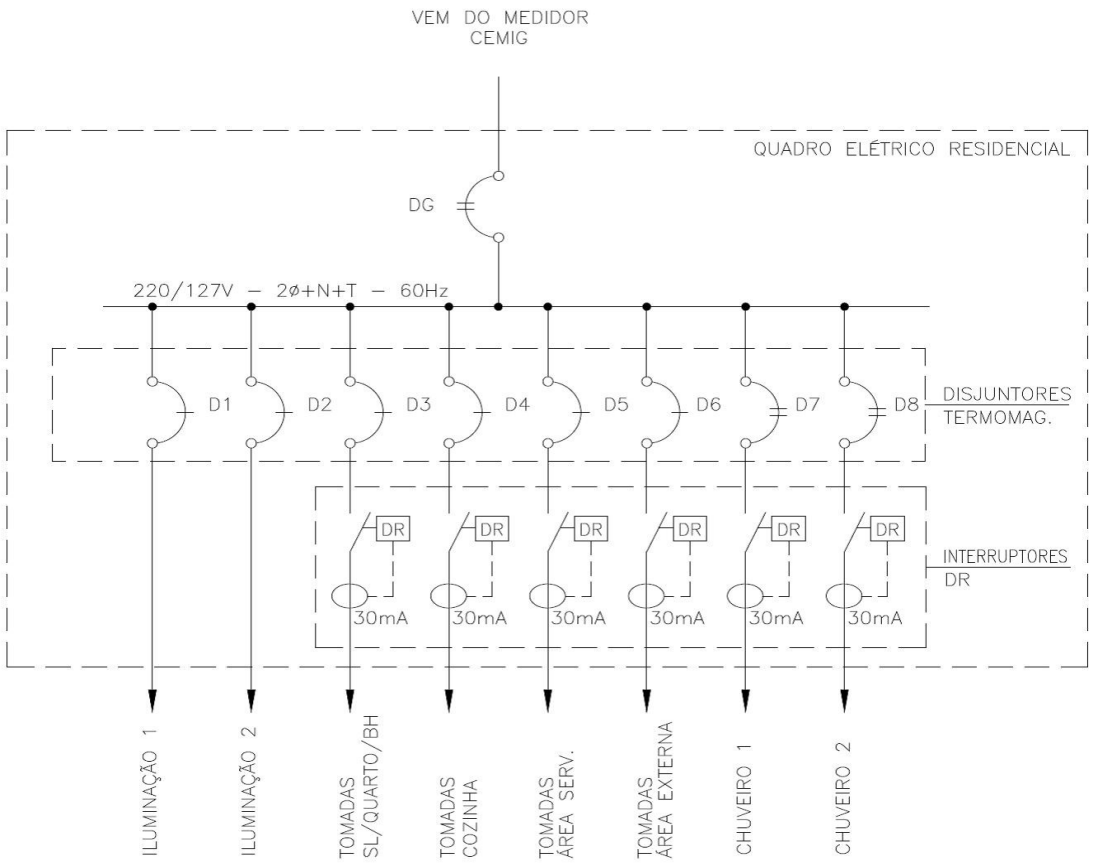

DIAGRAMA UNIFILAR TÍPICO

ALTERNATIVA 1

INSTALAÇÃO DE INTERRUPTOR DR

ALTERNATIVA 2:

Para os quadros residenciais onde o espaço interno não é suficiente para a instalação dos **interruptores** diferenciais, pode-se instalar o **disjuntor** diferencial residual, que além das características técnicas de proteção contra correntes residuais, também possui a capacidade de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos, podendo então substituír os disjuntores termomagnéticos convencionais, reduzindo-se o espaço necessário para adequação desses quadros.

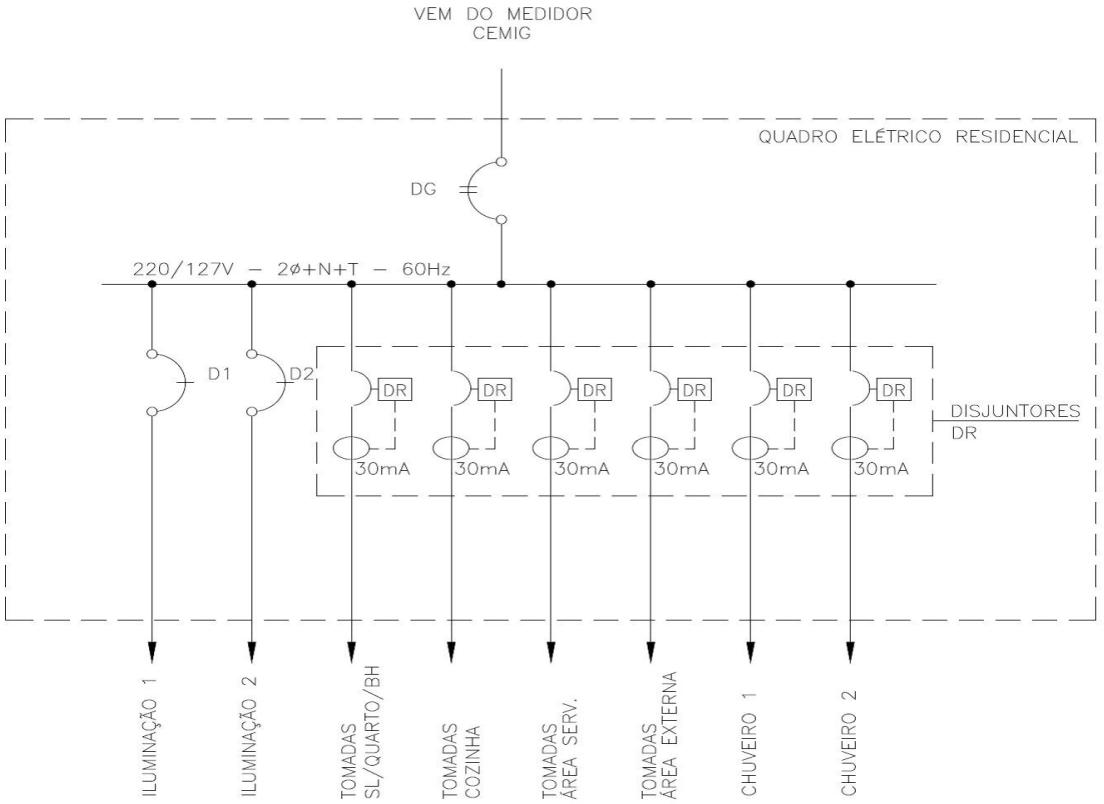

DIAGRAMA UNIFILAR TÍPICO

ALTERNATIVA 2

6 CONCLUSÃO

Esse trabalho possibilitou alcançar o objetivo geral que foi a análise da importância do uso do Interruptor Diferencial Residual - DR, compreendendo a maneira de especificá-lo e entendendo os circuitos que devem ser protegidos de acordo com a ABNT NBR 5410. Referente aos objetivos específicos a constatação da inexistência da instalação dos disjuntores DR em 30 residências em diferentes cidades e análise das instalações residenciais visitadas, nos mostrou que as medidas corretivas para aplicação do DR são simples, porém são ignoradas pela maioria das pessoas.

O problema de pesquisa que aponta para casos de acidentes graves em residências envolvendo choque elétrico ainda nos mostra que são números inexpressivos se comparados a outros acidentes que acontecem no dia a dia, noticiados nos principais veículos de comunicação, tais como acidentes de trânsito, latrocínios entre outros.

Mas apesar disso o número de vítimas fatais de choques elétricos em residências de 51 pessoas ao ano, segundo balanço da Abracopel referente a 2010, é uma situação que poderia ter sido diferente com o uso do DR (ABRACOPEL, 2008). São pessoas que poderiam ser nosso parente ou até mesmo um de nós.

Apesar de obrigatório desde 1997 segundo a norma de instalações elétricas de baixa tensão, a ABNT NBR 5410, ainda não existe uma legislação específica e vistorias de órgãos competentes em residências novas ou existentes que possam garantir sua utilização.

Segundo site “O Portal do Setor Elétrico” (edição 85, fev/ 2013) especialistas esperam há anos a certificação das instalações elétricas de baixa tensão. Finalmente, o documento que promete regulamentar essa história está em tramitação no Inmetro, onde tramita uma regulamentação para a certificação voluntária das instalações elétricas. A ideia é que, sem o laudo positivo, as concessionárias não forneçam energia. O documento regulatório ainda está em fase de desenvolvimento e montagem do texto base. A previsão da comissão é de que até meados deste ano seja levado às audiências públicas.

A regulamentação das instalações elétricas internas tem papel significativo na busca do desenvolvimento do setor. Problemas como a informalidade, qualificação inadequada de mão de obra, más condições tecnológicas do instalador e utilização de produtos não conformes podem impactar significativa e negativamente a construção da necessária infraestrutura, na sua segurança e na eficiência das instalações elétricas de baixa tensão.

“É necessário tomar alguma atitude rapidamente para que daqui a 15 anos tenhamos controle sobre a situação. Caso contrário, o prognóstico não é dos melhores” (Certiel Brasil, Eduardo Daniel).

Uma forma de minimizar os riscos seria através das inspeções e certificações, uma vez que a maioria das pessoas não tem o conhecimento de dipositivos de proteção como o DR e ignoram sua eficácia na proteção de vidas.

Outra maneira de tentar resolver o problema da melhoria da segurança das instalações elétricas residenciais seria através da conscientização. Educar, conscientizar, orientar são algumas das palavras de peso que poderiam mudar o cenário crítico das instalações elétricas brasileiras. Essa conscientização não seria apenas para as pessoas, mas seria necessário conscientizar principalmente os profissionais que atuam no segmento elétrico.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 5410:2004 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Instalações de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

- ABRACOPEL (2010) - Disposivos DR
  Disponivel em
  http://www.abracopel.org/tecnologia/conceitos-e-aplicacoes-de-dispositivos-de-corrente-diferencial-residual-dr/
  Acesso em 2012

- APPEL, James Dessuy. Construção, Manutenção e Ampliação de redes e instalações elétricas: riscos existentes e medidas de proteção. Ijuí/RS: UNIJUÍ, 2012. Disponível em: http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/719/Monografia%20James%20Dessuy%20Appel%20-%2020.04.2012.pdf?sequence=1 - Acesso em 2012

- CHIA LI, Rosamaria Wu **-** O Dispositivo à Corrente Diferencial-Residual (Dr) e sua Utilidade em Laboratórios Químicos. 3ª ed. São Paulo/SP, 1998. 320 p.

- CONMETRO (2010) - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. - Disponível em www.inmetro.gov.br/legislacao/consulta.asp?seq_classe=7
  Acesso em 2012

- COTRIM, Ademaro Alberto Machado Bittencourt. Manual de instalações elétricas. 2a ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985. 434 p.

- CURSO CIPA (2011) – Segurança do trabalho
  Disponível em
  http://www.bauru.unesp.br/curso_cipa/3_seguranca_do_trabalho/5
  Acesso em: nov. 2012.

- GE – Catálogo Interruptor Diferencial Residual DR: Ed.01 de 10/04/2006 –
  Disponível em
  <http://www.geindustrial.com.br/download/catalogos/protecao/GE_Protecao_Diferencial.pdf>.
  Acesso em 2012.

- INOUE, Renato Koichi - Estudo da Instalação Elétrica com Ênfase em Dispositivos de Proteção DR na Construção Civil – Foz do Iguaçu/PR: UDC – União Dinâmica de Faculdades Cataratas, 2006. Disponível em: http://udc.edu.br/monografia/Mono08.pdf - Acesso em 2012

- KINDERMANN, Geraldo. Choque Elétrico. Porto Alegre: Sagra. 1a ed. 1995. 203 p.

- PORTAL O Setor elétrico
  Disponível em
  <http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article
  Acesso em 2012

- PRYSMIAN (2010) Energia Cabos e Sistemas do Brasil – Dicas – Instalações Elétricas 7.a edição de 03/2006. Disponível em <http://www.br.prysmian.com/pt_BR/cs/index.html> Acesso em 2012.

- Revista Eletricidade Moderna - Proteção Contra Choques Elétricos **–** Guia EM da NBR 5410 - Joinville/SC: IFSC, 2009. Disponível em:
  http://www.joinville.ifsc.edu.br/~roberto.sales - Acesso em 2012

- SIEMENS (2009) - Proteção Contra Choques Elétricos e Incêndios - Disponível em: http://www.industry.siemens.com.br/buildingtechnologies - Acesso em 2012.

- SIEMENS (2001) - Instrução de Manutenção - Edição 12/01 2001. Disponível em <http://www.siemens.com.br/upfiles/1530.pdf>
  Acesso em 2012

- SIEMENS (2003) SEMINÁRIOS Técnicos 2003 – Proteção contra os efeitos das correntes elétricas do choque elétrico e aterramento da instalação da baixa tensão. Disponível em: <http://mediaibox.siemens.com.br/upfiles/1745.pdf>. Acesso em 2012.

- SIEMENS (2010) - Produtos e Soluções. Disponível em <http://www.siemens.com.br/templates/Home2004> Acesso em 2012.