



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - DECEN
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JÚLIO CESAR DE SOUZA SILVA

**DIMENSIONAMENTO E USO DE INTERRUPTORES DIFERENCIAIS
RESIDUAIS EM RESIDÊNCIAS DA CIDADE DE CORONEL JOÃO
PESSOA/RN**

PAU DOS FERROS
2021

JÚLIO CESAR DE SOUZA SILVA

**DIMENSIONAMENTO E USO DE INTERRUPTORES DIFERENCIAIS
RESIDUAIS EM RESIDÊNCIAS DA CIDADE DE CORONEL JOÃO
PESSOA/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado, a Universidade Federal
Rural do Semi-Árido - UFERSA,
Campus Pau dos Ferros, como requisito
para a obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia

Orientador: Prof. Dr. Sharon Dantas da
Cunha

PAU DOS FERROS

2021

JÚLIO CESAR DE SOUZA SILVA

**DIMENSIONAMENTO E USO DE INTERRUPTORES DIFERENCIAIS
RESIDUAIS EM RESIDÊNCIAS DA CIDADE DE CORONEL JOÃO PESSOA/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado, a Universidade Federal
Rural do Semi-Árido - UFERSA,
Campus Pau dos Ferros, como requisito
para a obtenção do título de Bacharel
Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia

Defendida em: 24 / 05 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

SHARON DANTAS DA
CUNHA:01085089436

Assinado de forma digital por SHARON
DANTAS DA CUNHA:01085089436
Dados: 2021.05.28 20:44:10 -03'00'

Prof. Dr. Sharon Dantas da Cunha (UFERSA)
Presidente

ADELSON MENEZES
LIMA:99340798520

Assinado de forma digital por ADELSON
MENEZES LIMA:99340798520
Dados: 2021.05.28 11:08:01 -03'00'

Prof. Dr. Adelson Menezes Lima (UFERSA)
Examinador

KYTERIA SABINA LOPES DE
FIGUEREDO:04965705440

Assinado de forma digital por KYTERIA SABINA
LOPES DE FIGUEREDO:04965705440
Dados: 2021.05.28 10:01:58 -03'00'

Prof.^a Dra. Kytéria Sabina Lopes de Figueredo (UFERSA)
Examinadora

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SS586 Silva, Júlio Cesar de Souza.
d Dimensionamento e uso de interruptores
diferenciais residuais em residências da cidade
de Coronel João Pessoa/RN / Júlio Cesar de Souza
Silva. - 2021.
60 f. : il.

Orientador: Sharon Dantas da Cunha.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2021.

1. Dispositivo Elétrico. 2. NBR 5410. 3.
Choques Elétricos. I. Cunha, Sharon Dantas da ,
orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por poder está concluindo mais essa etapa da minha vida, sendo a mesma uma grande realização pessoal, estando sendo recompensado por todos os obstáculos enfrentados ao longo do curso.

Agradeço ao meu Orientador o professor Dr. Sharon Dantas da Cunha por ter sido essa pessoa receptiva e por ter me guiado durante toda a elaboração da pesquisa e por todos os aprendizados e conhecimentos adquiridos ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Agradeço a minha família, por me apoiarem durante toda essa jornada.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente fizeram parte dessa caminhada e que contribuíram para que esse trabalho fosse possível.

RESUMO

A utilização de aparelhos de proteção em instalações elétricas residenciais é um fator indispensável para o funcionamento correto dos circuitos elétricos. A NBR 5410 prevê a obrigatoriedade de alguns aparelhos para proteção de sobrecarga, como disjuntor ou fusível, e corrente de fuga, Interruptor Diferencial Residual (IDR). Nesse contexto, a utilização do IDR é importante para proteger os circuitos elétricos contra a presença de fugas de corrente na instalação, seccionando o seu funcionamento, sempre quando a corrente ultrapassa um limite de segurança preestabelecido. Desta forma, o IDR protege os indivíduos e demais animais domésticos contra choques elétricos que podem ser originados através do contato involuntário com partes energizadas dos circuitos. Entretanto, apesar da obrigatoriedade da implementação desses aparelhos, a sua instalação ainda é bastante negligenciada. Partindo deste pressuposto, este trabalho tem por objetivo analisar o IDR, seu princípio de funcionamento e dimensionamento em instalações residenciais. Além disso, foram realizadas duas pesquisas: a primeira sobre a presença dos IDR nas residências com menos de dez anos de construção na cidade de Coronel João Pessoa – RN, e a segunda com os eletricitistas que trabalham na região desta cidade. Os resultados da pesquisa mostraram 57,5% das residências com um único disjuntor, e a completa ausência do IDR nas mesmas, além de 95,7% da população local apresentarem um completo desconhecimento em relação a utilização e funcionalidades de tais aparelhos, associado ao fato de que cerca 83,3% dos eletricitistas questionados, não utilizam projetos elétricos para a execução de suas instalações, e apenas 66,7% admitem a utilização de IDR.

Palavras-chave: Dispositivo elétrico; NBR 5410; Choques Elétricos.

ABSTRACT

The use of protective devices in residential electrical installations is an indispensable factor for the correct functioning of electrical circuits. NBR 5410 presages the mandatory nature of some devices for overload protection, such as circuit breaker or fuse, and leakage current, Residual Differential Switch (RDS). In this context, the use of RDS is important to protect electrical circuits against the presence of current leakage in the installation, cutting off their operation, whenever the current exceeds a pre-established safety limit. In this way, the RDS protects individuals and other pets against electrical shocks that can originate through involuntary contact with energized parts of the circuits. However, despite the mandatory implementation of these devices, their installation is still quite neglected. Based on this assumption, this work aims to analyze the RDS, its operating principle and dimensioning in residential installations. In addition, two surveys were carried out: the first on the presence of RDSs in homes with less than ten years of construction in the city of Coronel João Pessoa – RN, and the second on electricians working in the region of this city. The survey results showed 57.5% of households with a single circuit breaker, and the complete absence of the RDS in them, in addition to 95.7% of the local population showing a complete lack of knowledge regarding the use and functionality of such devices, associated to the fact that around 83.3% of the electricians questioned do not use electrical projects for the execution of their installations, and only 66.7% admit the use of RDS.

Keywords: Electric device; NBR 5410; Electric Shocks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Contato Direto	17
Figura 2 - Contato Indireto	18
Figura 3 - Disjuntores Monofásicos, bifásicos e trifásicos.....	19
Figura 4 - Disjuntor termomagnético. Em destaque a localização de suas respectivas proteções	20
Figura 5 - Curvas de Disjuntores	21
Figura 6 - Diferentes modelos de DPS.....	22
Figura 7 - Interruptor Diferencial Residual	23
Figura 8 - Disjuntores Diferenciais Residuais	23
Figura 9 - Princípio de Funcionamento do IDR	25
Figura 10 - Esquema TN. a) TN-S e b) TN-C TN-C-S.....	26
Figura 11 - Esquema TT	27
Figura 12 - Esquema IT.....	27
Figura 13 - Triângulo de Potência	29
Figura 14 - Planta Baixa Residencial.....	30
Figura 15 - Fatores de Agrupamento	36
Figura 16 - Número de condutores carregados.....	37
Figura 17 - Método de Instalação Adotado	38
Figura 18 - Capacidade de Condução de Corrente	38
Figura 19 - Resultado da Pergunta "Há quanto tempo o senhor(a) mora na residência?"	40
Figura 20 - Idade das Residências	40
Figura 21 - Fornecimento de financiamento por parte do Governo.....	41
Figura 22 - Recebimento das cópias dos projetos da Residência	41
Figura 23 - Utilização do Quadro de Distribuição.....	42
Figura 24 - Conhecimento do Funcionamento do disjuntor na Residência	42
Figura 25 - Quantidade de Disjuntores nas Residência.....	43
Figura 26 - Ocorrência de Choque Elétrico.....	44
Figura 27 - Conhecimento do Dispositivo DR	44
Figura 28 - Entendimento quanto a obrigatoriedade dos IDR's	45
Figura 29 - Quantitativo de IDR encontrados nas Residências	45
Figura 30 - Porcentagem de eletricitistas que possuem formação	46
Figura 31 - Porcentagem de Eletricitistas que fazem instalações sem projeto elétrico	47
Figura 32 - Conhecimentos Específicos a) DR's e b) Disjuntores.....	48
Figura 33 - Gráfico da pergunta "Ocorre a divisão da instalação em circuitos?"	48

Figura 34 - Utilização de DR's pelos Eletricistas	49
Figura 35 - Obrigatoriedade dos equipamentos de Proteção	49
Figura 36 - Quantidade de DR's instalados por eletricistas	50
Figura 37 - Gráfico da pergunta "Aterramento dispensa o uso de DR?"	50
Figura 38 - Ocorrência de Choque elétrico durante o processo de instalação	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efeitos da Corrente elétrica no corpo humano	16
Tabela 2 - Valores de Área e Perímetro para cada Dependência	35
Tabela 3 - Potência total instalada por circuito em (VA).....	35
Tabela 4 - Divisão da Instalação.....	36
Tabela 5 - Obtenção da Corrente de Projeto I_b	37
Tabela 6 - Resultado do Dimensionamento efetuado.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DR	Interruptor Diferencial Residual
DDR	Disjuntor Diferencial Residual
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade
PROCOBRE	Instituto Brasileiro do Cobre
DR	Diferencial Residual
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
TUG	Tomada de Uso Geral
TUE	Tomada de Uso Específico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	GERAL	14
2.2	ESPECÍFICOS	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1	ACIDENTES ELÉTRICOS	15
3.2	CHOQUE ELÉTRICO.....	15
3.3	DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO.....	18
3.3.1	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO	19
3.3.2	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS	22
3.4	INTERRUPTOR OU DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL.....	22
3.4.1	CONCEITOS BÁSICOS E PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO	24
3.4.2	CLASSIFICAÇÃO E INSTALAÇÃO DOS DR's	25
3.5	CONCEITOS IMPORTANTES PARA O DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO	28
4	METODOLOGIA	30
4.1	DIMENSIONAMENTO DE IDR PARA UMA RESIDÊNCIA	30
4.2	DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS, DISJUNTORES E DR.....	31
4.3	PERCEPÇÃO DOS PROFISSIONAIS ELETRICISTAS E DA POPULAÇÃO SOBRE O USO DO DR	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1	RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO.....	35
5.2	RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO NAS RESIDÊNCIAS	40
5.3	RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS ELETRICISTAS	46
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS.....	54

APÊNDICE A – ROTEIRO DO QUESTIONÁRIO RESIDENCIAL	56
APÊNDICE B – ROTEIRO QUESTIONÁRIO COM ELETRICISTAS	58

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um fator indispensável na sociedade atual, pois está presente em praticamente todos os setores econômicos, tecnológicos e sociais, tendo em vista que diversos países estão sob constante influência de suas matrizes elétricas, o que vem a contribuir diretamente para o seu desenvolvimento. (LIMA, 2017) Novas fontes de energias renováveis, como a eólica e a solar, aumentam a oferta e disponibilidade desse recurso em uma sociedade cujo consumo é crescente. O emprego de novas tecnologias tornou acessível a própria obtenção de energia elétrica, como o que pode ser observado mediante a utilização de sistemas fotovoltaicos em residências. (VIAN et al, 2021)

Apesar das diversas aplicações da eletricidade nas mais diferentes áreas existentes na sociedade, este recurso pode vir a proporcionar acidentes mediante a ocorrência de choques elétricos. Segundo a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidades (ABRACOPEL) apenas no ano de 2019, totalizaram um mil seiscentos e sessenta e dois (1662) acidentes de origem elétrica, sendo que em sua grande maioria ocasionados por choques elétricos, contabilizando a marca de 56% dos casos, seguidos por incêndios por sobrecarga, 39% e Descargas atmosféricas com 5% dos casos. O que veem retratar um cenário preocupante, posto que incidentes dessa procedência, no que concerne a ocorrência de eletrocussões, podem de acordo com a sua intensidade serem fatais. (COTRIM, 2009)

De maneira a prevenir a ocorrência de tais problemas, a ABNT NBR 5410 indica a obrigatoriedade da instalação de um dispositivo de proteção denominado de Interruptor Diferencial Residual (IDR), ou simplesmente, DR. Este equipamento, quando empregado nos circuitos elétricos, é capaz de fornecer inúmeros benefícios em questão de segurança, se tornando um componente crucial e indispensável para o funcionamento adequado da instalação (COTRIM, 2009). O IDR é um instrumento relativamente acessível do ponto de vista econômico, entretanto um pouco caro se comparado ao disjuntor, haja vista que em pesquisa realizada em lojas do ramo de material de construção da cidade de Coronel João Pessoa/RN no dia 2 de abril de 2021, o seu preço médio foi de R\$ 75 e o disjuntor equivalente ao valor médio de \$20.

Apesar da obrigatoriedade e vantagens, tanto econômicas, quanto em manutenção de vidas, a sua instalação ainda é algo negligenciado, o que aumenta as possibilidades de ocorrências que poderiam ser evitadas com a sua utilização. Numa pesquisa realizada pela ABRACOPEL, em parceria com o Instituto Brasileiro do Cobre (PROCOBRE), no ano

de 2017 constatou que em apenas 27% das residências alvo do levantamento, continham em seus projetos elétricos dispositivos DR's instalados (ABRACOPEL, 2020).

Outro ponto a ser destacado é que a obrigatoriedade desses aparelhos estipulada pelo governo federal no programa “Minha Casa, Minha Vida”, conforme o Art. 2º da portaria nº 660, de 14 de novembro de 2018, que dispõe sobre as especificações técnicas mínimas para a elaboração dos projetos habitacionais, e indica que os circuitos devem ter em sua constituição a presença de dispositivos DR. Esse programa passou a ser denominado Casa Verde e Amarela no ano de 2020. Essa falta de legislação anterior fez com que muitas casas fossem financiadas pelo governo sem seguir a NBR 5410.

A partir desta problemática, este trabalho objetiva analisar a utilização do dispositivo DR em instalações residenciais, o seu princípio de funcionamento, regras de dimensionamento, segundo a NBR 5410. Além disso, os resultados deste trabalho serão apresentados em três partes: a primeira parte consiste em dimensionar o IDR numa planta de 147,295 m², com dois quartos, suíte, banheiro, cozinha e sala, a segunda, uma pesquisa quantitativa e qualitativa sobre a presença do IDR e casos de choques elétricos em residências com menos de 10 anos de construção da cidade de Coronel João Pessoa —RN, e a terceira, uma pesquisa com os eletricitistas que trabalham nesta cidade e cidades próximas para analisar o seu conhecimento técnico, se é comum a instalação do IDR, e se existe dificuldades na instalação deste dispositivo de segurança.

Quando questionados os moradores de Coronel João Pessoa citaram não ter informação sobre a necessidade da utilização dos dispositivos DR, visto que não foram encontrados tais aparelhos nas residências visitadas. Isso também pode estar associado à prática comum entre os profissionais eletricitista da região em optar por instalações mais simples e baratas. Além disso, 38,3% dos moradores afirmam já terem sofrido choques elétricos, fato ao qual corrobora a atual situação evidenciada, requerendo a implantação desses aparelhos no âmbito de evitar acidentes ainda maiores.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar o princípio de funcionamento, dimensionamento e uso dos dispositivos diferenciais residuais em instalações elétricas residenciais na cidade de Coronel João Pessoa /RN.

2.2 ESPECÍFICOS

- Verificar as normas brasileiras vigentes de instalações elétricas residenciais;
- Aprender o princípio de funcionamento e dimensionamento do IDR;
- Identificar a existência de dispositivos DR em residências com menos de 10 anos de construção da cidade de Coronel João Pessoa/RN;
- Averiguar a percepção dos profissionais eletricitas e da população local quanto a importância da utilização do IDR.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ACIDENTES ELÉTRICOS

A energia elétrica é utilizada nos mais diversos segmentos produtivos de todos os países, desde o lar até as indústrias, fornecendo inúmeros benefícios nas suas mais distintas aplicações, acarretando desenvolvimentos econômicos e sociais para a sociedade como um todo. (LIMA, 2017) No entanto a utilização desse recurso requer um elevado grau de cuidados específicos, haja vista os potenciais riscos associados a sua manipulação e utilização, isso considerando que anualmente são constatados inúmeros acidentes decorrentes de origem elétrica, dentre os quais, se enquadram perdas materiais originadas por sobrecargas e curto-circuito por exemplo, bem como danos à saúde dos indivíduos, em virtude da ocorrência de choques elétricos, associados muitas vezes à falhas existentes na própria instalação elétrica residencial. (FILHO, 2011)

3.2 CHOQUE ELÉTRICO

O choque elétrico é definido como:

Perturbação, de natureza e efeitos diversos, que se manifesta no organismo do humano ou animal quando este é percorrido por uma corrente elétrica. Dependendo da intensidade e do tempo do choque elétrico a corrente elétrica provoca maiores danos e efeitos fisiopatológicos no homem. (COTRIM, 2009, p.7)

Quando uma pessoa ou animal leva um choque elétrico, a gravidade deste evento é determinada pela intensidade da corrente que circulará no seu corpo, o seu percurso, o tempo de exposição, e a resistência elétrica do corpo. (KILDERMANN e CAMPAGNOLO, 1995).

Praticamente todas as atividades biológicas, sejam elas glandulares, nervosas ou musculares, são impactadas através de impulsos elétricos existentes nelas, que em condições normais, não representam nenhum perigo. Entretanto, ao sofrer um choque elétrico as funções vitais podem ser modificadas, levando até mesmo a morte do indivíduo. (COTRIM, 2009)

A tabela 1 mostra os efeitos da intensidade da corrente elétrica no corpo humano, suas perturbações, situação após o choque, método de salvação, e a probabilidade de sobrevivência.

Tabela 1 - Efeitos da Corrente elétrica no corpo humano

Intensidade da Corrente	Perturbações Durante o Choque	Situação após o Choque	Método de Salvamento	Resultado Provável
< 1mA	Nenhuma	Normal	-	Normal
1 a 9 mA	Choque Fraco	Normal	-	Normal
9 A 20 mA	Choque Doloroso	Contração Muscular	Relaxamento	Restabelecimento
20 a 100 mA	Choque Forte	Paralisia muscular; Possibilidade de fibrilação Ventricular; Dificuldades Respiratória.	Relaxamento; Respiração Artificial.	Restabelecimento
> 100 mA	Choque Fortíssimo	Fibrilação Ventricular; Possibilidade de Queimadura; Morte	Difícil	Morte
> 1 A	Choque Fortíssimo	Queimaduras Graves; Morte aparente ou Imediata	Muito Difícil	Morte

Fonte: (CRUZ e ANICETO, 2012, p.76)

Analisando a tabela 1, os efeitos mais críticos quando a corrente elétrica atravessa o corpo de um indivíduo são: tetanização, queimaduras, e fibrilação ventricular. (KILDERMANN e CAMPAGNOLO, 1995). Na tetanização ocorre uma contração no músculo de modo a paralisá-lo permanentemente. Já nas queimaduras, o corpo do indivíduo se aquece por efeito Joule, e como consequência produz queimaduras na pele. Esse efeito é potencializado de acordo com o tempo de exposição ao choque e a intensidade da corrente submetida. (COTRIM, 2009). A Fibrilação Ventricular é um dos problemas mais graves, pois leva à óbito uma quantidade considerável de pessoas. Neste caso, as fibras ventriculares vibram desordenadamente fazendo com que o sangue se estagne no coração da vítima. (LOURENÇO, SILVA e FILHO, 2007)

Os acidentes envolvendo choques elétricos estão muitas vezes relacionados a fugas de corrente, que podem acontecer nas instalações elétricas, devido às más adequações nos componentes dos circuitos, ou problemas relacionados às degradações existentes nos próprios aparelhos elétricos da instalação. (COTRIM, 2009) Esses acidentes são causados prioritariamente pelo contato acidental com partes exposta dos condutores energizados do circuito, ou até mesmo pelo contato com carcaças de aparelhos que contenham a presença de correntes de fuga. O surgimento destas correntes está relacionado às negligências nas instalações/equipamentos elétricos, descuidos, ou

imprudência dos próprios indivíduos, e ocorrem através de contato direto ou indireto. (FILHO, 2011).

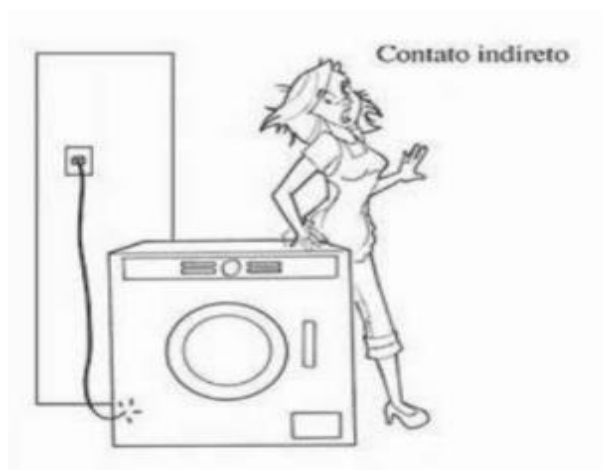
Uma das maneiras mais propícias de acontecer choques elétricos em qualquer instalação são através de contatos diretos com o meio condutor de corrente, pois o indivíduo interage com as partes energizadas de uma instalação (condutores energizados), de forma involuntária, ou associado a fatores como negligências nas proteções necessárias que deveriam ser empregadas de maneira a evitar esses acidentes, como uma falha no material isolante de um componente de um determinado circuito por exemplo, acarretando todos os anos em diversos registros de casos e ocasionando em algumas das vezes ao óbito do indivíduo (COTRIM, 2009). A figura 1 ilustra um caso de contato direto.

Figura 1 - Contato Direto



Fonte: (COTRIM, 2009, p.8)

Já no contato indireto, os acidentes ocorrem devido a falhas ou defeitos internos existentes em aparelhos conectados a instalação, onde qualquer indivíduo ao entrar em contato, com uma carcaça do aparelho que está em uso, sofre um choque elétrico decorrente da energização acidental ocasionada por uma fuga de corrente, como ilustrado na figura 2. (COTRIM, 2009)

Figura 2 - Contato Indireto

Fonte: (COTRIM, 2009, p.8)

Uma consideração importante a ser tomada e enfatizada por COTRIM (2009) é de que o contato indireto é muito perigoso, pois o indivíduo toca uma região sem ter a noção que a mesma esteja energizada.

A NBR 5410 prevê a instalações de dispositivos de proteção denominados de IDR, como forma de prevenir acidentes de choques elétricos, tanto para os contatos diretos quanto também para os contatos do tipo indireto. Na próxima seção, será comentado sobre os dispositivos de proteção que podem estar presentes nas instalações elétricas residenciais, e na seção seguinte, o IDR.

3.3 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Em todas as instalações elétricas existem equipamentos que reforçam a segurança do sistema e dos usuários em relação a sobreaquecimento de condutores, choques elétricos ou até mesmo, quanto a ocorrência de curtos-circuitos. A NBR 5410 reforça essa ideia apresentando métodos e especificações a serem seguidas para a melhor adequação dos circuitos elétricos quanto a sua segurança, indicando a implementação obrigatória de dispositivos que visem a atender essas características, fornecendo assim mais confiabilidade ao sistema.

Considerando esses aspectos, (COTRIM, 2009, p.75) reforça esse pensamento enfatizando que “se nas instalações elétricas de qualquer local não forem adotadas medidas apropriadas de segurança e proteção, serão altos os riscos de ferimentos ou até mesmo de morte por eletrocussão”. Partindo desse pressuposto, serão apresentados alguns dispositivos que apresentam essas funcionalidades, bem como suas características.

Nas próximas subseções serão comentados sobre os principais equipamentos de proteção presentes nas instalações residenciais, dentre os quais compreendem os Disjuntores Termomagnéticos, os Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS), e os dispositivos DR's.

3.3.1 DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO

Os disjuntores termomagnéticos são dispositivos de proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos em instalações elétricas de baixa tensão. Estes aparelhos estão presentes na grande maioria das instalações residenciais. Apenas em instalações elétricas mais antigas ainda se usam fusíveis, e este possui como desvantagem sua substituição quando ocorrer evento de sobrecorrente, sendo necessário sua reposição após atuação. (CRUZ e ANICETO, 2012) A figura 3 mostra disjuntores monofásicos, bifásicos e trifásicos, respectivamente. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2021)

Figura 3 - Disjuntores Monofásicos, bifásicos e trifásicos

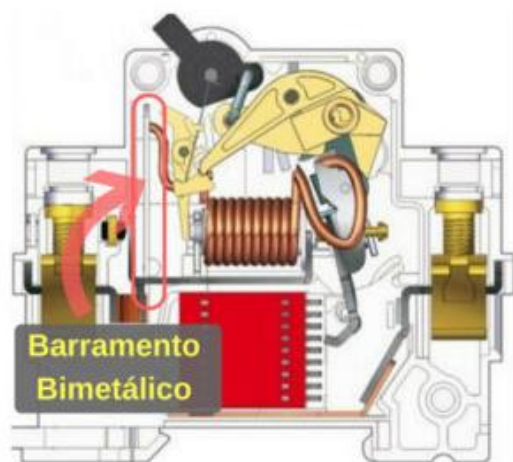


Fonte: (TVMAISABC, 2021)

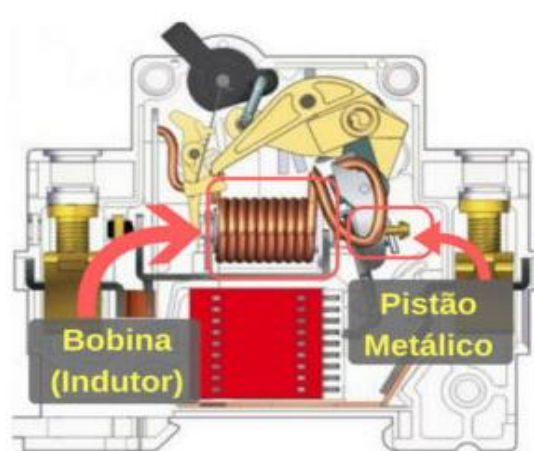
Esses dispositivos possuem proteção térmica e magnética, e a sua principal funcionalidade consiste em seccionar o funcionamento do circuito sempre quando identificar um sobreaquecimento dos componentes condutores ou curtos-circuitos existentes na instalação. As figuras 4 a) e b) ilustram essas características de funcionamento apresentadas por cada uma delas distintamente.

Figura 4 - Disjuntor termomagnético. Em destaque a localização de suas respectivas proteções

a) Proteção Térmica



b) Proteção Magnética



Fonte: (Escola da Elétrica, 2017)

Na proteção térmica é utilizada uma lâmina bimetálica que se dilata quando a corrente ultrapassa a corrente nominal, a mesma ao ser aquecida por uma corrente superior a corrente nominal de atuação do disjuntor, sofre uma deformação por ação de efeito Joule, suficiente para acionar o mecanismo de seccionamento da corrente que passa através do dispositivo, abrindo os contatos e acionando o elemento de interrupção a desligar o circuito. (GEBRAN e RIZZATO, 2017).

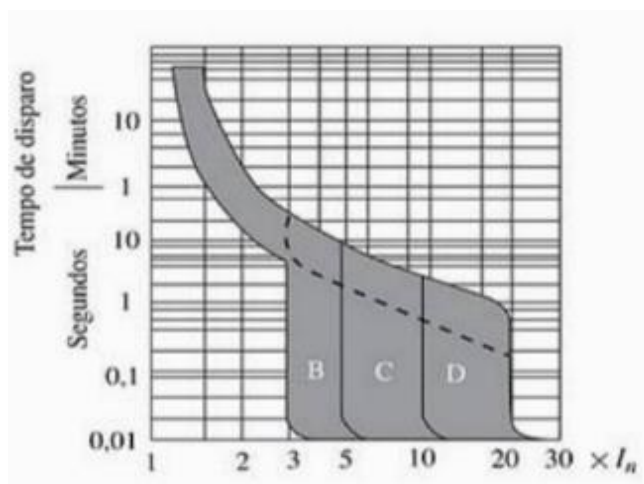
Já a proteção magnética funciona através de um indutor contendo um pistão em seu núcleo, que ao serem percorridos por uma corrente superior a corrente nominal de atuação do disjuntor, por exemplo em uma situação de curto-circuito ou sobrecarga na instalação, ocorrerá um aumento considerável do campo magnético produzido por esse indutor devido ao aumento da corrente que os percorrem, transformando-o em um ímã movimentando o mecanismo de desligamento do disjuntor. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2021)

Alguns outros conceitos que permeiam o funcionamento e características que constituem tais aparelhos são de fundamental importância, visto que sua correta atuação vêm a depender de vários parâmetros envolvidos a sua construção e aplicabilidade, dentre os quais destaca-se a sua corrente nominal, grandeza utilizada para expressar a quantidade de corrente adequada para assegurar um desempenho satisfatório de um aparelho qualquer, sendo a mesma definida como o “maior valor de corrente que pode circular continuamente pelo dispositivo e que pode ser interrompida sem danificar seus componentes.” (COTRIM, 2009, p.218)

Não obstante, vale ressaltar ainda que todos os disjuntores são classificados de acordo com suas curvas de ruptura, em alusão a sensibilidade das cargas que irão ser instaladas junto ao seu circuito, sendo isso proporcionado por conta de súbitos aumentos temporários de energia para cada tipo de carga conectada, ou seja, as mesmas estipulam o tempo em que os disjuntores irão suportar uma corrente acima de sua corrente nominal de atuação. (COTRIM, 2009)

A figura 5 traz a esquematização das curvas mediante a sua faixa de atuação:

Figura 5 - Curvas de Disjuntores



Fonte: (COTRIM, 2009, p.212)

Basicamente existem três diferentes tipos de curvas de disjuntores, B, C e D, as quais irão condicionar quais tipos de cargas poderão ser conectadas aos circuitos dos disjuntores separadamente, sendo as mesmas conceituadas da seguinte forma:

Curva B - A curva de ruptura B para um disjuntor estipula, que sua corrente de ruptura esta compreendido entre 3 e 5 vezes a corrente nominal; um disjuntor de 10A nesta curva deve operar quando sua corrente atingir entre 30A e 50A;
Curva C - curva de ruptura C para um disjuntor, estipula que sua corrente de ruptura esta compreendido entre 5 e 10 vezes a corrente nominal, um disjuntor de 10A nesta curva deve operar quando sua corrente atingir entre 50A e 100A;
Curva D - A curva de ruptura D para um disjuntor, estipula que sua corrente de ruptura esta compreendido entre 10 e 20 vezes a corrente nominal, um disjuntor de 10A nesta curva deve operar quando sua corrente atingir entre 100A e 200A. (MATTEDE, 2021)

Uma consideração a respeito dessas curvas é que os disjuntores de curva tipo B, são indicados para circuitos com cargas resistivas, bem como circuito de Tomadas de Uso Geral (TUG's), visto que englobam locais onde são esperados um pico de corrente com

intensidade menor, haja vista a pouca demanda de corrente de partida dos equipamentos a serem conectados ao IDR. (MATTEDE, 2021)

3.3.2 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS

Os DPS's impedem a presença de sobretensões na instalação, ou seja, este dispositivo desvia o surto de tensão existente na instalação para o aterramento, evitando perdas materiais. A figura 6 apresenta alguns modelos comerciais desses aparelhos. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2021)

Figura 6 - Diferentes modelos de DPS



Fonte: (Minha Casa Solar, 2019)

Esses equipamentos são classificados em três categorias:

Classe I – Utilizados na proteção de efeitos diretos ocasionados por descargas atmosféricas, geralmente são instalados em locais com alta exposição.

Classe 2 – São utilizados na proteção contra efeitos indiretos ocasionados por descargas atmosféricas, ou seja, por descargas ocorridas na vizinhança, e sua instalação ocorre no quadro de distribuição. Também protege a instalação contra possíveis sobretensões de manobra de algum equipamento da rede.

Classe 3 – São utilizados na proteção individual dos aparelhos domésticos internamente a instalação. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2020)

3.4 INTERRUPTOR OU DISPOSITIVO DIFERENCIAL RESIDUAL

O Interruptor Diferencial Residual (IDR), ou simplesmente, dispositivo DR, é um equipamento capaz de fornecer proteção aos circuitos elétricos contra possíveis fugas de correntes presentes na instalação, desligando o circuito associado sempre quando identificar que a corrente diferencial residual ultrapassa um limite preestabelecido, conhecido como Corrente Diferencial-Residual nominal de atuação ($I_{\Delta n}$), tido como adequada para cada tipo de circuito. (CREDER, 2016)

Figura 7 - Interruptor Diferencial Residual



Fonte: (ATHOS ELETRONICS, 2021)

De acordo com (COTRIM, 2009), os dispositivos DR é a forma de proteção mais adequada para prevenir choques elétricos proeminentes de contatos diretos ou indiretos com componentes energizados de um circuito. Como foi comentado anteriormente, acidentes dessa natureza podem causar sérios transtornos às pessoas, e dependendo da intensidade da corrente de fuga, pode levar o indivíduo ao óbito. Esses aparelhos não dispensam o uso de um disjuntor, pois apenas atuam no caso de fugas de corrente, sendo necessário o emprego de disjuntores para o funcionamento adequado do sistema elétrico como um todo. (NBR 5410, 2004)

O IDR também pode ser encontrado associado a um disjuntor, denominados de Disjuntores Diferenciais Residuais (DDR), como representado pela figura 8.

Figura 8 - Disjuntores Diferenciais Residuais



Fonte: (MUNDO DA ELÉTRICA, 2021)

Neste caso o DDR executa a proteção de corrente de fugas, de sobrecorrentes e curtos-circuitos no sistema elétrico. (COTRIM, 2009)

A utilização e dimensionamento desses aparelhos para o emprego nos projetos de instalações elétricas, levam em consideração alguns conceitos básicos necessários para a

sua correta adequação, visto que a sua inserção é condicionada aos circuitos especificados pela NBR 5410, que ressalta como os mesmos devem ser empregados em uma instalação, além disso, o seu funcionamento depende de alguns parâmetros referentes a sua aplicabilidade. Nas próximas subseções serão apresentados conceitos pertinentes sobre a sua aplicação, retratando com isso a sua influência sobre o sistema elétrico como um todo.

3.4.1 CONCEITOS BÁSICOS E PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

Choques elétricos são ocasionados por corrente de fuga que são definidas como:

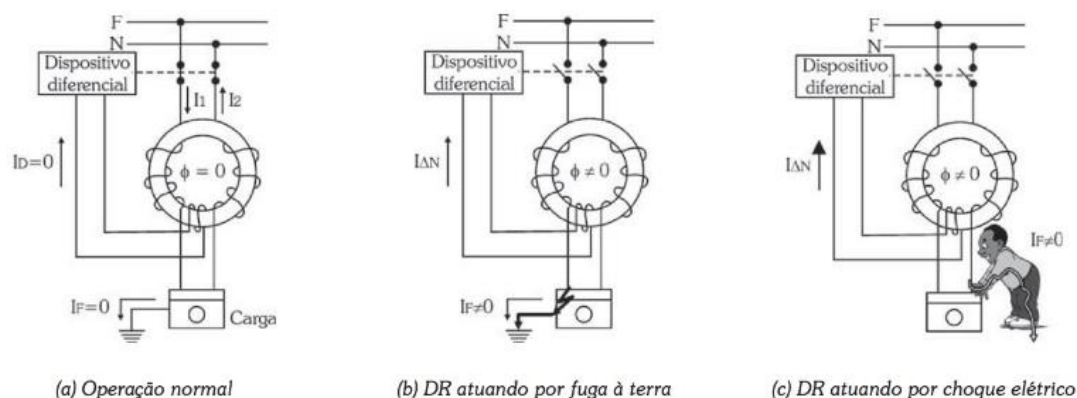
“vazamento” de corrente elétrica do circuito causado pela baixa isolamento de um condutor ou um equipamento que pode ir para a terra através do fio terra. Quando esse fio não existe, a corrente se concentra na carcaça dos equipamentos elétricos, podendo causar choques. (FERREIRA, 2018, p.78)

O princípio de funcionamento do dispositivo DR é baseado na medição da corrente diferencial residual, ou seja, quando a mesma ultrapassa um limite preestabelecido ($I_{\Delta n}$), o sistema será desligado. (CREDER, 2016) Os valores comumente empregados para a atuação dos IDR's é de 30 mA e até próximo de 500 mA na proteção contra incêndios. (NERY, 2012)

Segundo Cotrim (COTRIM, 2009, p.5), corrente diferencial-residual (I_{DR}) é o somatório das correntes que saem e retornam pelo neutro em um circuito, em um dado ponto, como representado pela equação 01

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_N = i_{DR} \quad (01)$$

Em que i_1, i_2, i_3 e i_N , são os valores instantâneos diferenciais das correntes que percorrem o circuito elétrico em um determinado ponto. A figura 9 mostra esse esquema de funcionamento do IDR sem a presença (a), e com a presença da corrente residual (b e c) que resulta num fluxo magnético na bobina que monitora os condutores em seu núcleo diferencial toroidal, o que acaba gerando um campo magnético induzindo o seccionamento do circuito. (CREDER, 2016)

Figura 9 - Princípio de Funcionamento do IDR

Fonte: (CRUZ, ANICETO, 2012, p.362)

3.4.2 CLASSIFICAÇÃO E INSTALAÇÃO DOS DR's

Os DR's são classificados em três categorias distintas de acordo com a corrente que alimenta o circuito:

Tipo AC – Sensível apenas as correntes alternadas senoidais;

Tipo A – Sensível a correntes alternadas senoidais e correntes contínuas pulsantes;

Tipo B – Sensível a correntes alternadas senoidais, correntes contínuas pulsantes e correntes contínuas puras (lisas). (COTRIM, 2009, p.219)

A NBR 5410 prevê a obrigatoriedade do DR devido a sua eficácia na prevenção de acidentes por choques elétricos. Essa norma estabelece as condições necessárias para a execução adequada na instalação, oferecendo todo um modelo de orientações que o profissional eletricista deve se atentar no procedimento da implementação ou manutenção de um sistema de instalação elétrica.

Nesse contexto, a mesma especifica os locais que necessitam de proteção adicional por dispositivos a corrente diferencial-residual com corrente diferencial residual nominal de atuação ($I_{\Delta n}$) igual ou inferior à 30mA, específica para proteção de seres humanos, nas seguintes situações:

Os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheiros ou chuveiros;

Os circuitos que alimentem tomadas de correntes situadas em áreas externas à edificação;

Os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos o exterior;

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

Os circuitos que, em edificações não residenciais, sirvam a pontos de tomadas situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens. (NBR 5410, 2004, p.49)

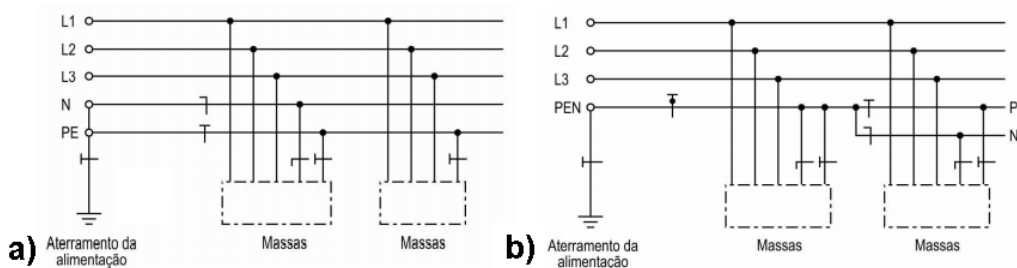
Segundo Filho (2011), o emprego de tais dispositivos não substitui de forma alguma as proteções anteriores, como isolamento das partes vivas (isolamento dos componentes expostos) do circuito, de modo que os DR's constitui apenas uma proteção adicional para a instalação.

Conforme a NBR 5410, nas instalações dos DR's é obrigatório um sistema de aterramento, o qual é definido por CREDER (2016, p.133) como: “Ligação de estruturas ou instalações com a terra, a fim de se estabelecer uma referência para a rede elétrica e permitir que fluam para a terra correntes elétricas de naturezas diversas [...]”. Esse sistema fornece proteção aos indivíduos, e condições para um bom funcionamento de qualquer sistema de instalação elétrica residencial.

A NBR 5410 apresenta os principais esquemas de aterramento existentes: TN, TT e IT. No esquema TN, existe duas formas de fazer aterramento: na primeira forma denominada TN-S os condutores do neutro e do aterramento das massas são distintos, porém compartilham o mesmo ponto de aterramento na alimentação, como apresentado na figura 10.

Na segunda, denominada de TN-C, o neutro e o aterramento compartilham o mesmo condutor e ponto de aterramento na alimentação. Para a instalação do DR neste caso é necessário separar o neutro e o terra ao lado do DR transformando o sistema TN-C em um sistema de aterramento do tipo TN-C-S), como destacado no segundo esquema da figura 10 b).

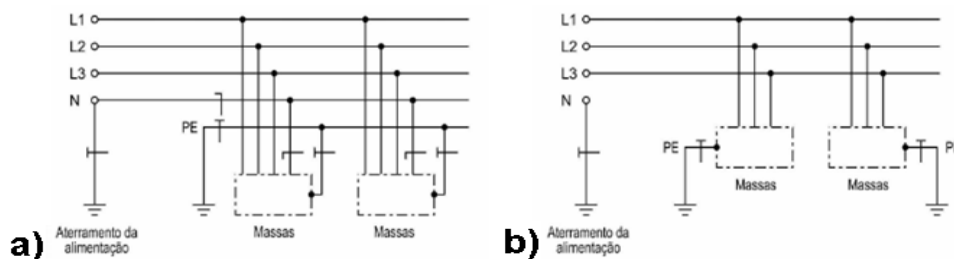
Figura 10 - Esquema TN. a) TN-S e b) TN-C TN-C-S



Fonte: (NBR 5410, 2004, p.15)

Já no esquema do tipo TT, existe um aterramento no ponto de alimentação, e outro aterramento independente para as massas, como apresentado na figura 10 a) e b). (NBR 5410, 2004)

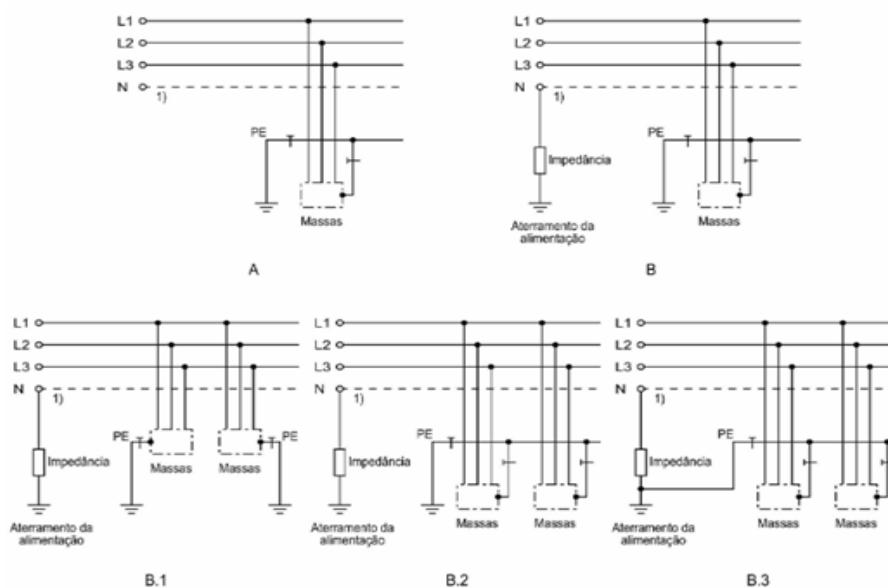
Figura 11 - Esquema TT



Fonte: (NBR 5410, p.16)

No esquema IT, o aterramento da fonte de alimentação é feito através de uma impedância com valor elevado, com ou sem aterramento. Neste esquema cada massa poderá ter um aterramento separado, ou compartilhado com outras massas, como representado pela figura 12. (NBR 5410, 2004)

Figura 12 - Esquema IT



Fonte: (NBR 5410, 2004, p.17)

É importante a destacar que nesse tipo de esquema, segundo a NBR 5410, na ocorrência de uma primeira falta à terra ou massa, a sua intensidade inicialmente é por vez menor, e considera imperativa a implementação de dispositivos de seccionamento. Porém, ao surgir uma segunda falta na instalação, devem ser empregadas medidas de proteção adicionais (DR), tendo em vista os riscos de contatos mais perigosos que venham ocorrer.

A NBR 5410 permite diferentes maneiras de instalar este dispositivo, deixando a critério do instalador como será conduzida a instalação e a forma que serão distribuídos os aparelhos no sistema. Um único DR englobando todos os circuitos, com a desvantagem de que todo o circuito seria desligado quando o DR for atuado, ou usar um DR para cada grupos de circuitos, o que é considerado mais adequado, porém deixando um pouco mais cara a instalação. (NBR 5410, 2004)

3.5 CONCEITOS IMPORTANTES PARA O DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

A utilização de disjuntores e DR's estão diretamente relacionados com a sua corrente, a qual pode ser encontrada através de um levantamento prévio de cargas de uma instalação residencial, assim permitindo que possa ser identificada a potência instalada para cada circuito, e a partir disso, calcular a corrente do disjuntor e seu DR, considerando os locais em que esses dispositivos são empregados mediante norma. (CRUZ e ANICETO, 2012). A potência elétrica, para um circuito puramente resistivo, é obtida pelo produto da tensão U pela intensidade da corrente, como mostra a equação 02.

$$P = U * I \quad (02)$$

Em um circuito seja puramente resistivo, a corrente e a tensão estão em fase. Entretanto, a presença de carga indutivas e capacitivas fazem com que a corrente e tensão fiquem defasadas. A presença desse tipo de carga faz surgir três tipos de potência: a ativa, a reativa, e a aparente.

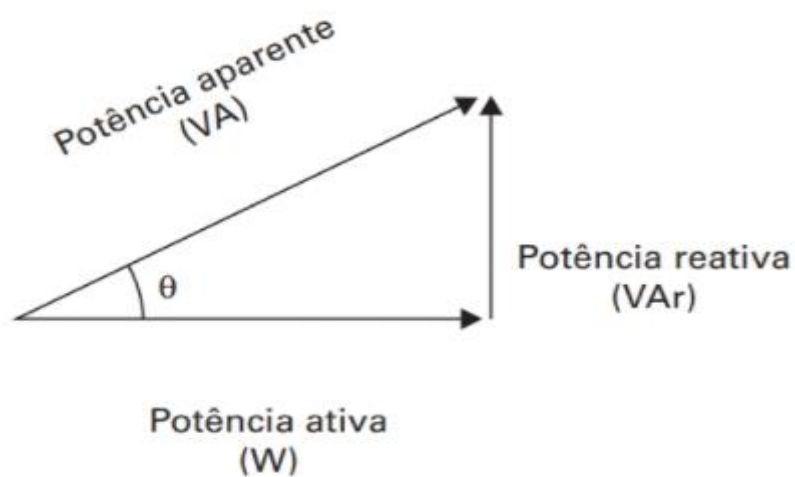
A potência Ativa (P) é definida como:

a parcela da potência aparente efetivamente transformada em potência mecânica, potência térmica e potência luminosa e cuja unidade de medida é o watt (W). (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009, p.30)

Já a potência reativa(Q), é:

a parcela da potência aparente transformada em campo magnético, necessário ao acionamento de dispositivos como motores, transformadores e reatores e cuja unidade de medida é o volt-ampère reativo (VAr). (SCENEIDER ELECTRIC, 2009, p.30)

A potência aparente (S), segundo (FERREIRA, 2018), é a soma fasorial das outras duas potencias, formando o triângulo de potência, como apresentado na figura 13.

Figura 13 - Triângulo de Potência

Fonte: (FERREIRA, 2018, p.33)

A unidade da potência aparente é VA (Volt-Ampère), e a razão entre P e Q é denominado de fator de potência (FP). (FERREIRA, 2018)

4 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva e exploratória, visto que irá promover um maior conhecimento dos leitores e do público-alvo acerca do tema proposto, bem como descrever a importância e como é feito o emprego de interruptor diferencial residual para instalações elétricas de baixa tensão (GIL, 2008)

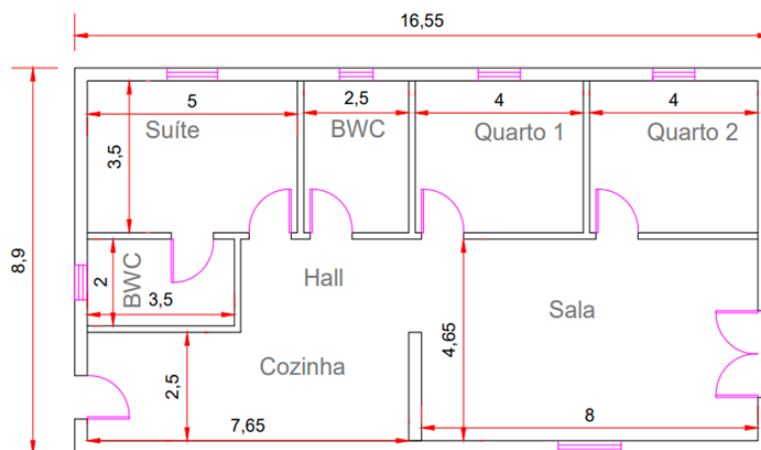
O trabalho foi executado em duas etapas: A primeira consistiu no dimensionamento de um interruptor diferencial residual para instalações elétricas de baixa tensão, para uma planta baixa residencial, e a segunda etapa verificou a percepção dos profissionais eletricitistas e da população local quanto a importância da utilização do DR.

4.1 DIMENSIONAMENTO DE IDR PARA UMA RESIDÊNCIA

Para realizar o dimensionamento de um interruptor diferencial residual para instalações elétricas de baixa tensão, realizou-se um planejamento prévio que levou em consideração as características envolvidas na sua realização e o processo da sua execução, fornecendo os subsídios necessários para um projeto adequado, o que no caso de um dimensionamento de uma instalação elétrica, essas considerações iniciais, é fator crucial. (GEBRAN e RIZZATO, 2017)

Com base nesses fatores, para que possa ser iniciado o processo de dimensionamento de um circuito terminal objetivando determinar a escolha do disjuntor e seu respectivo dispositivo DR associado, foi utilizado como base, uma planta residencial modelo, desenvolvida com o auxílio do software AutoCAD, como mostra a figura 14.

Figura 14 - Planta Baixa Residencial



Fonte: (Autor, 2021)

A norma NBR 5410, foi utilizada como referência para emprego das características necessárias e procedimentos a serem seguidos no âmbito do dimensionamento da instalação, especificando o caminho a ser adotado pelo profissional eletricista no decorrer da realização do projeto, levando em conta algumas considerações importantes, tendo em vista a título do trabalho proposto, que para o dimensionamento em questão, os eletrodutos e fiação não serão dimensionados, bem como o sistema de aterramento.

4.2 DIMENSIONAMENTO DE CIRCUITOS, DISJUNTORES E DR

Partindo deste pressuposto, de acordo com o item 9.5.2 da NBR 5410, é realizado o levantamento prévio da potência a ser instalada em cada ambiente do modelo residencial, ou seja, é necessário a realização da previsão de cargas para que se possa determinar a potência prevista a ser instalada na instalação elétrica, mediante as prescrições descritas pela norma.

Conforme essas considerações, para os diferentes tipos de circuitos existentes na instalação, bem como as suas finalidades, os circuitos de iluminação deverão atender às seguintes condições:

- a) Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA.
- b) Em cômodo ou dependências com dependências com área superior a 6m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100VA, acrescida de 60VA para cada aumento de 4m^2 inteiros;

NOTA: Os valores apurados correspondem à potência destinada a iluminação para efeito de dimensionamento dos circuitos e não necessariamente a potência nominal das lâmpadas. (NBR 5410, 2004, p.183)

Seguindo ainda as orientações da norma em relação aos pontos de tomadas de uso geral (TUG), o índice 9.5.2.2.1 indica:

- a) Em banheiros deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada próximo ao lavatório, atendidas as restrições de 9.1;
- b) Em cozinhas, copas, copas – Cozinhas áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstos duas tomadas de corrente no mesmo ponto ou em pontos distintos;

d) Em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5m, ou fração de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível. (NBR 5410, 2004, p.183).

Ainda sobre as orientações referentes ao dimensionamento, o índice 9.5.2.2.2 descreve como serão atribuídas as potências a todos os pontos de tomadas existentes, indicando que:

- a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;
- b) nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100VA por ponto de tomada. (NBR 5410, 2004, p.184)

Outro fator ainda descrito pela norma é em relação a circuitos em que o valor da sua corrente nominal exceda 10A, nesse caso, os mesmos serão constituídos de um circuito independente, assim como apontado pelo item 9.5.3.1, o qual enfatiza que “Todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo ou virtualmente dedicado, equipamento com corrente nominal superior a 10A deve constituir um circuito independente”. (NBR 5410, 2004, p.184)

Além dessas especificações, o item 9.5.3 ainda enfatiza outros cuidados a serem seguidos referentes a divisão da instalação em circuitos terminais, indicando que:

9.5.3.2 Os pontos de tomada de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação de tomadas desses locais.

9.5.3.3 Em locais de habitação, admite-se, como exceção à regra geral de 4.2.5.5, que pontos de tomada, exceto aqueles indicados em 9.5.3.2, e pontos de iluminação possam ser alimentados por circuito comum, desde que as seguintes condições sejam simultaneamente atendidas:

- a) a corrente de projeto (IB) do circuito comum (iluminação mais tomadas) não deve ser superior a 16 A;
- b) os pontos de iluminação não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomadas);
- c) os pontos de tomadas, já excluídos os indicados em 9.5.3.2, não sejam alimentados, em sua totalidade, por um só circuito, caso esse circuito seja comum (iluminação mais tomada). (NBR 5410, 2004, p.184)

Para o dimensionamento dos disjuntores, o índice 5.3.4.1 da NBR 5410, enfatiza que para garantir a proteção do circuito e dos demais condutores, a corrente nominal do disjuntor, deve atender ao seguinte critério equação 04.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (04)$$

Em que I_b é a corrente de projeto, I_n é a corrente nominal do disjuntor I_z é a capacidade de condução de corrente.

Os valores de corrente nominal empregados dos disjuntores, são descritos mediante “O regulamento técnico da qualidade RTQ da portaria do Inmetro 243/2006 (em A): 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 63”. (COTRIM, 2009, p.211)

Em seguida, para a escolha do interruptor diferencial residual, a norma indica que sua corrente nominal seja maior ou igual a corrente nominal do disjuntor, diante disso, para a escolha da corrente, (COTRIM, 2009, p.219) indica que: “Os valores característicos são (em A): 6, 10, 16, 20, 25, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200”.

É importante salientar que os DR's, ao serem empregados em um circuito elétrico, apresentam a função de serem praticamente vigias da instalação, sendo classificados quanto a sua sensibilidade, mediante o valor da sua corrente nominal de atuação, haja vista que quanto maior a magnitude dessa corrente, conseqüentemente menor será a sua sensibilidade. (MUNDO DA ELÉTRICA, 2021) Um DR com corrente diferencial nominal de atuação igual ou inferior a 30 mA, é caracterizado um dispositivo de alta sensibilidade, servindo unicamente no monitoramento contra possíveis fugas de corrente elétrica. (COTRIM, 2009)

4.3 PERCEPÇÃO DOS PROFISSIONAIS ELETRICISTAS E DA POPULAÇÃO SOBRE O USO DO DR

Para averiguar a percepção dos profissionais eletricitas e da população da cidade de Coronel João Pessoa sobre o uso dos DR's, realizou-se a aplicação de dois questionários em caráter de questões fechadas e abertas, o primeiro questionário necessitou de visita domiciliar às residências da cidade com menos de 10 anos de uso, compreendendo também as habitações do programa minha casa minha vida do governo federal, com a finalidade de analisar o conhecimento dos moradores locais em relação a existência e funcionamentos de dispositivos DR's, promovendo a realização de um levantamento estatístico do quantitativo de residências que apresentam o dispositivo DR instalado.

O segundo, tendo como população alvo formada pelos profissionais eletricitas da Cidade de Coronel João Pessoa RN e cidades circunvizinhas, no intuito de compreender a existência de possíveis dificuldades no processo de instalação de Interruptores diferenciais residuais (DR's), verificar se os mesmos possuem ciência da existência desses aparelhos bem como o conhecimento das suas funcionalidades.

A análise dos dados desse trabalho teve um viés tanto quantitativo, a qual é voltada a um método que enaltece um tipo de abordagem ligada a resultados constituídos por números concretos, auxiliando nas conclusões a serem tomadas sobre o problema retratado, analisando os dados obtidos por ferramentas estatísticas, como percentual, média e demais resultados. (RICHARDSON, 2012) Como também um viés qualitativo, mediante a sua necessidade de entender a utilização de métodos, aos quais os seus dados coletados não podem ser analisados por completo através de métodos de análise direta, sendo necessário uma conclusão própria a respeito dos resultados obtidos. (RICHARDSON, 2012)

Sendo o processo de análise dos dados coletados a partir dos questionários propostos e o dimensionamento efetuado, constituídos pela criação de tabelas, gráficos e demais procedimentos conclusivos, os transformando em dados estatísticos, opiniões e demais interpretações a serem discorridas de acordo com a problemática do estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESULTADOS DO DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento foi realizado tomando como exemplo a planta baixa da figura 14, apresentada na seção anterior. Foi calculado tanto a área quanto o perímetro para cada dependência, como indicado pelo item 9.5.2 da NBR 5410.

Com base nisso, a tabela 2 apresenta os valores obtidos para cada dependência da residência modelo:

Tabela 2 - Valores de Área e Perímetro para cada Dependência

DEPENDÊNCIAS	OMPRIMENTO (m)	ALTURA (m)	ÁREA (m ²)	PERÍMETRO (m)
Quarto 1	4	3,5	14,00	15
Quarto 2	4	3,5	14,00	15
Cozinha	7,65	2,5	19,13	20,3
Banheiro	3,5	2,5	8,75	12
Sala	8	4,65	37,20	25,3
Banheiro-Suíte	3,5	2	7,00	11
Suíte	5	3,5	17,50	17

Fonte: (Autor, 2021)

Aplicando as prescrições descritas pelo item 9.5.2 e pelo subitem 9.5.2.2 da NBR 5410, toma-se a previsão de cargas da residência, dimensionando os valores das potências a serem instaladas a partir do levantamento das cargas dos circuitos de iluminação e de pontos de tomadas que a constituem.

Tabela 3 - Potência total instalada por circuito em (VA)

DEPENDÊNCIAS	ILUMINAÇÃO (VA)	TUGs	Pot. Total (VA)	TUE	POTÊNCIA (W)
Quarto 1	220	3	300		
Quarto 2	220	3	300		
Cozinha	280	6	2100	1	1320
Banheiro	100	1	600	1	3800
Sala	520	6	600		
Banheiro-Suíte	100	1	600	1	3800
Suíte	220	4	400		

Fonte: (Autor, 2021)

A tabela 3 representa as potências totais obtidas para cada circuito, nas suas respectivas dependências através de cada valor de perímetro e área calculados. A partir desses valores, é possível separar os circuitos individualmente, tanto o circuito de Iluminação, TUG's e TUE respectivamente, no intuito de determinar o disjuntor correspondente mediante a sua corrente.

Diante dessas considerações, em seguida será apresentada a divisão da instalação em circuitos terminais, conforme colocado pelo item 9.5.3 da NR 5410 e aplicando a equação 2.3, é possível encontrar a corrente calculada do disjuntor para todos os circuitos. Dessa forma, a tabela 4 aponta a configuração dessa divisão:

Tabela 4 - Divisão da Instalação

Nº CIRCUITO	CIRCUITOS	DEPENDÊNCIAS ENGLOBALADAS	POTÊNCIA (VA)	CORRENTE CALCULADA (Ic)
1	ILUMINAÇÃO 1	Quarto 1, Quarto 2 e Sala	960	4,36
2	ILUMINAÇÃO 2	Cozinha, Banheiro e Banheiro-Suíte	700	3,18
3	CIRCUITO TUG 1	Cozinha	2100	9,55
4	CIRCUITO TUG 2	Quarto 1, Quarto 2 e Sala	1200	5,45
5	CIRCUITO TUG 3	Banheiro, Banheiro-Suíte e Suíte	1600	7,27
6	CIRCUITO TUE 1	Chuveiro Elétrico	3800	17,27
7	CIRCUITO TUE 2	Chuveiro Elétrico	3800	17,27
8	CIRCUITO TUE 3	Forno Microondas	1320	6,00

Fonte: (Autor, 2021)

Sequencialmente adota-se um dos circuitos TUG's calculados, englobando prioritariamente as dependências sujeitas a trazer maiores riscos de choque elétrico ao indivíduo.

Tomando o circuito 5 como exemplo para o dimensionamento, a sua corrente obtida necessita de uma correção, com isso, a título de projeto, empregasse um fator de agrupamento para o circuito de TUG's, ao qual segundo a NBR 5410 é um fator de correção que considera o número de circuito existentes em um mesmo eletroduto. Considerando que o eletroduto do circuito TUG estivesse agrupado com 3 outros circuitos, a figura 15 apresenta o fator de agrupamento correspondente a essa condição. (SCHNEIDER ELETRIC, 2009)

Figura 15 - Fatores de Agrupamento

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Fonte: (NBR 5410, 2004, p.108)

A partir da figura 15, o fator de agrupamento encontrado foi de 0,7, em posse do mesmo, divide-se a corrente calculada por esse fator, para assim poder encontrar a corrente de projeto do disjuntor, a qual será utilizada para determinar a corrente do disjuntor e seu DR. (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009)

Logo, têm-se que:

$$I_b = \frac{I_c}{f} \quad (05)$$

sendo I_c é a corrente calculada; I_b a corrente de projeto e f o fator de agrupamento.

Substituindo os valores encontrados na equação 05 obtém-se a corrente de projeto do circuito:

Tabela 5 - Obtenção da Corrente de Projeto I_b

Nº CIRCUITO	CIRCUITO	CORRENTE (I_c)	Fator de Agrupamento	Corrente de Projeto (I_b) em (A)
5	CIRCUITO TUG 3	7,27	0,7	10,39

Fonte: (Autor, 2021)

No entanto, aplicando a condição descrita pelo índice 5.3.4.1 da NBR 5410, e apoiado também ao que indica a norma, que para circuitos TUG's, o valor da seção mínima seja igual à $2,5mm^2$, temos o seguinte critério mediante a equação 04 em relação a obtenção da corrente nominal:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Em posse dessas considerações, o valor a capacidade de condução de corrente I_z é encontrado através do auxílio da corrente de projeto anteriormente encontrada, tendo em vista que a I_z deve ser maior ou igual a I_n .

Os valores de I_z são obtidos através dos dados fornecidos pela NBR 5410, levando em conta o seu método de instalação, além de considerar a título de projeto, a quantidade de dois condutores por circuito em um sistema monofásico, características apresentadas pelas figuras 16, 17 e 18 respectivamente:

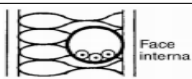
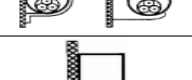
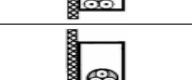
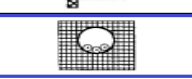
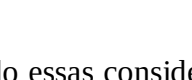
Figura 16 - Número de condutores carregados

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4 ¹⁾
¹⁾ Ver 6.2.5.6.1.	

Fonte: (NBR 5410, 2004, p.112)

Em relação ao método de instalação, em instalações residenciais, o mais comum são eletrodutos embutidos em alvenaria (MUNDO DA ELÉTRICA, 2021) representado pela figura 17.

Figura 17 - Método de Instalação Adotado

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A1
2		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1

Fonte: (NBR 5410, 2004, p.90)

Aplicando essas considerações, é possível determinar a capacidade de condução de corrente I_z máxima, como mostra a figura 18:

Figura 18 - Capacidade de Condução de Corrente

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577

Fonte: (NBR 5410, 2004, p.101)

O valor de I_z máximo obtido mediante a corrente de projeto será 11 A, com seção de $1mm^2$, porém adota-se a seção mínima de $2,5mm^2$ para circuitos TUG's, com I_z máximo igual a 24 A, o que implicará na escolha da corrente nominal do disjuntor, onde

a mesma deverá atender ao critério estabelecido pela NBR 5410, onde o qual se aplica que a corrente nominal do disjuntor deverá ser sempre menor ou igual que a que a capacidade de condução de corrente do fio (I_z), o que implica na equação 06 a seguir:

$$I_n \geq I_b \quad (06)$$

Logo temos que $I_n \geq 10,39A$, logo obtém-se a expressão que indicará a corrente nominal que será empregada para o disjuntor, respeitando as prescrições estabelecidas pelo subitem 5.3.4.1 da NBR 5410.

Substituindo os valores das correntes na equação 04, tem-se que;

$$10,38 \leq I_n \leq 24$$

Mediante a condição imposta acima, o valor da corrente nominal do disjuntor deverá estar entre os valores correspondentes a corrente de projeto e capacidade máxima de condução de corrente, que para o circuito em questão, foram calculadas como 10,39 e 24 Amperes respectivamente.

Com base nos valores estabelecidos pela portaria do Inmetro 243/2006, o valor da corrente nominal do disjuntor adotada será igual a 20 A, para um disjuntor curva B.

Contudo, para a escolha do DR, sua corrente nominal tem que ser maior ou igual a corrente nominal do disjuntor, logo, mediante os valores de corrente nominais preestabelecido conforme (COTRIM, 2009) têm-se que o valor adotado que mais se enquadra à essas especificações é o de 25 A, para um DR do tipo AC, haja vista que para instalações residenciais os DR's nessas condições são mais adequados. (COTRIM, 2009)

A tabela 6 retrata a respectiva caracterização do dimensionamento efetuado, elencando a corrente nominal do disjuntor, sua respectiva curva de ruptura, a corrente nominal do dispositivo DR a ser instalado, bem como a classe desse dispositivo.

Tabela 6 - Resultado do Dimensionamento efetuado

Circuito Utilizado	<i>Disjuntor (I_n)</i>	<i>Curva de Ruptura</i>
	20A	B
5	<i>IDR (I_n)</i>	<i>Classe do IDR</i>
	25A	AC

Fonte: (Autor, 2021)

5.2 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO NAS RESIDÊNCIAS

A pesquisa foi feita nas residências com menos de 10 anos da cidade de Coronel João Pessoa – RN, tendo como o foco a presença do DR. As habitações com idade superior ficaram de fora do levantamento, muito embora, com os dados coletados, já indiquem a não utilização de dispositivos a corrente diferencial residual.

A pesquisa foi feita em 47 (quarenta e sete) residências, a primeira pergunta foi o tempo de uso das residências, cujo resultado é apresentado na figura 19:

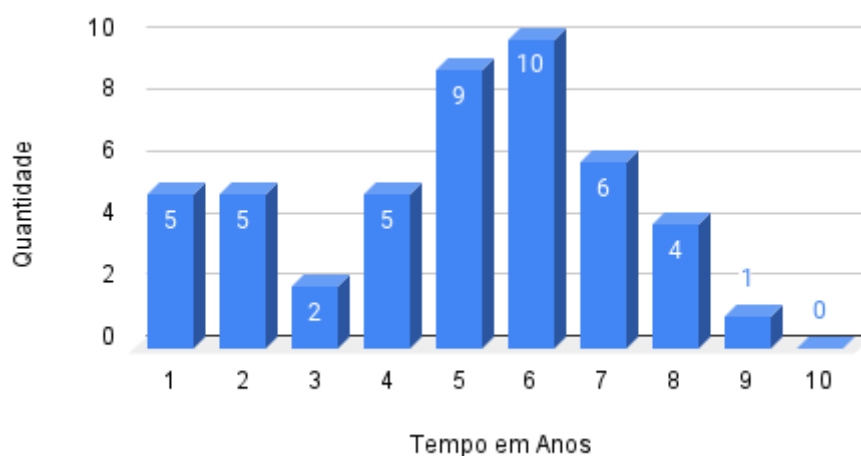
Figura 19 - Resultado da Pergunta "Há quanto tempo o senhor(a) mora na residência?"



Fonte: (Autor, 2021)

A grande maioria das residências vistoriadas possuem entre 4 e 5 anos (valor médio 4,11 anos) de uso, e 55,32% das casas visitadas ainda está com o primeiro morador. A figura 20 apresenta o tempo de construção da casa.

Figura 20 - Idade das Residências



Fonte: (Autor, 2021)

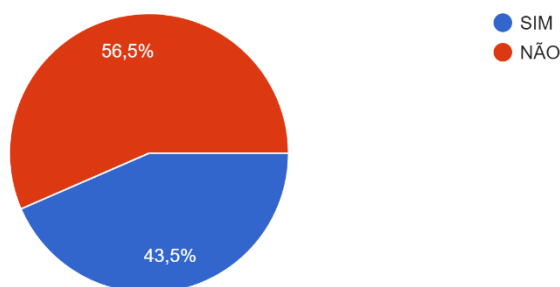
Em média, as residências visitadas possuem 4,9 anos de construção, e grande parte dessas residências foram financiadas pelo programa de habitação do governo federal,

“minha casa minha vida”, visto que 43,5% das residências estão sob estas características, conforme afirmado pelos moradores, e apresentado pela figura 21.

Figura 21 - Fornecimento de financiamento por parte do Governo

A sua residência recebeu subsídio do programa minha casa minha vida do governo federal, por exemplo, "Minha casa, minha vida"?

46 respostas



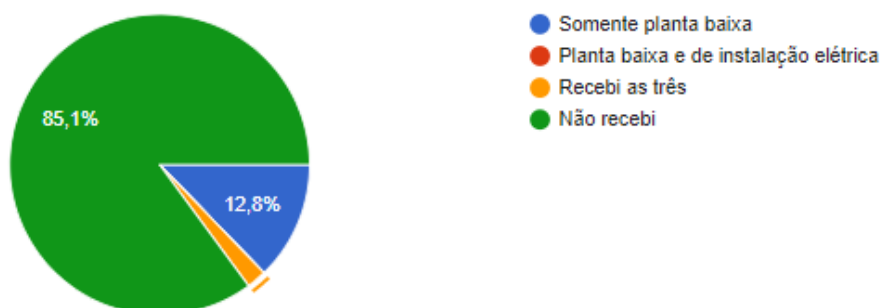
Fonte: (Autor, 2021)

Muito embora, sejam exigidos perante a portaria do programa e estipulados via norma, toda a descrição dos procedimentos necessários utilizados para a construção e elaboração das habitações, a grande maioria dos questionados durante o levantamento realizado, afirmaram não terem tido conhecimento quanto aos projetos utilizados durante a construção da mesma, visto que não foram apresentadas cópias de projeto hidráulico, elétrico, bem como planta residencial, sendo essa constatação verificada mediante o figura 22.

Figura 22 - Recebimento das cópias dos projetos da Residência

O(a) senhor(a) recebeu as cópias do projeto da instalação por parte do eletricitista ou planta baixa da residência, ou projeto hidráulico?

47 respostas



Fonte: (Autor, 2021)

Ao analisar as repostas desta pergunta, 85,1% atestam o não recebimento de nenhuma planta (baixa, elétrica e hidráulica), e isso podendo esconder alguma

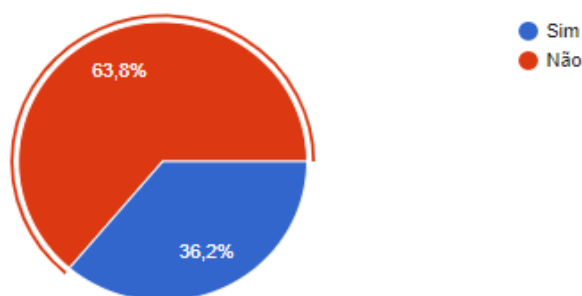
negligência entre o que foi projetado e executado. Outro número preocupante é que das residências sem financiamento e/ou subsídio, nenhum morador recebeu as plantas, e as que receberam subsídios do governo, 65% não receberam nenhuma planta, 30% receberam somente as plantas baixas, e apenas 5% receberam as três plantas. A falta das plantas na entrega causa um desconhecimento dos moradores em relação a residência que reside para um melhor uso, e planejamento para uma futura ampliação.

Outro ponto que a pesquisa avaliou foi o uso do quadro de distribuição, visto que o controle dos circuitos é efetuado sob o seu direto manuseio. A figura 23 retrata esse entendimento.

Figura 23 - Utilização do Quadro de Distribuição

O(a) senhor(a) utiliza com frequência o quadro de distribuição?

47 respostas



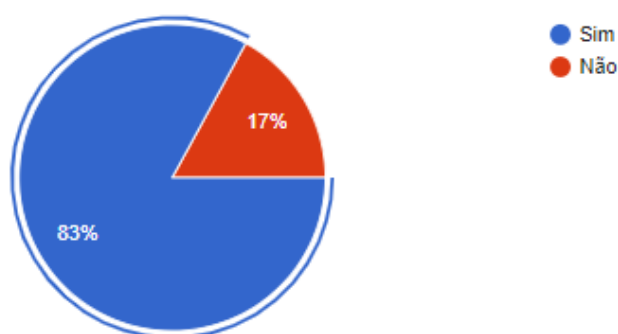
Fonte: (Autor, 2021)

Mesmo que 63,8% afirmem não ser algo comum utilizá-lo, uma parcela considerável de 36,2% afirma que tanto o utiliza como sabem algumas de suas funções, principalmente o que condiz o funcionamento dos disjuntores, ao seccionar o funcionamento dos circuitos existentes na residência, assim como mostra a figura 24.

Figura 24 - Conhecimento do Funcionamento do disjuntor na Residência

O(a) senhor sabe qual parte da casa o disjuntor desliga?

47 respostas

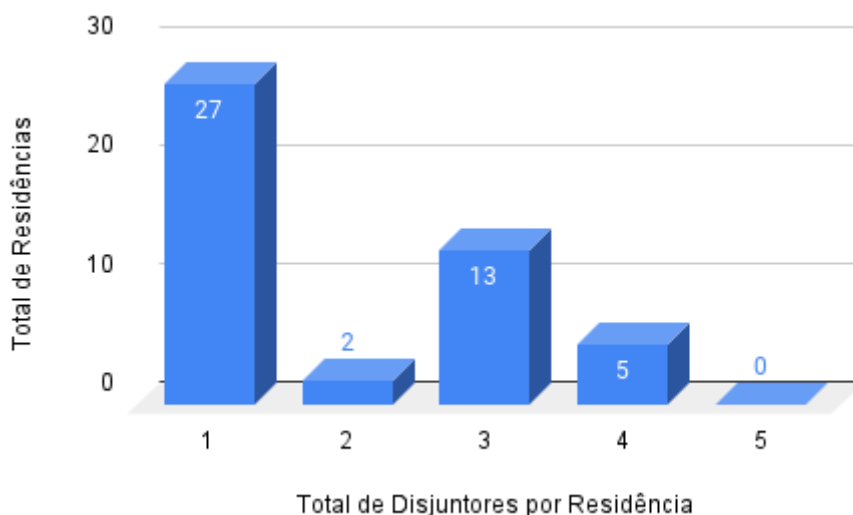


Fonte: (Autor, 2021)

Muitas vezes, o conhecimento de qual circuito o disjuntor desliga, é feito por tentativa e erro inicialmente.

Outra observação é 57,5% das residências verificadas conterem a presença de apenas um único disjuntor no quadro de distribuição para a proteção de toda a instalação elétrica, ou seja, ao ser desligado manualmente, ou por atuação própria, irá implicar no desligamento por completo da residência.

Figura 25 - Quantidade de Disjuntores nas Residência



Fonte: (Autor, 2021)

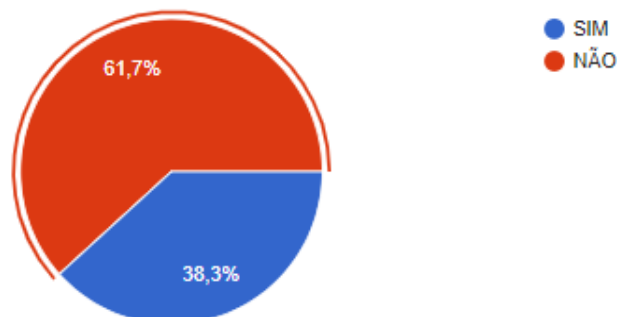
Pelos resultados apresentados, fica claro um grande descumprimento do que é estabelecido previamente por norma, visto que em grande parte dessas residências, não existem quadros de distribuição, deixando a cargo de um único disjuntor o controle da instalação, o que pode acabar muitas vezes propiciando curtos-circuitos, queima de aparelhos, sobrecargas, tendo em vista um excessivo número de cargas relacionadas a esse mesmo aparelho.

Outro fato pesquisado é se na residência já ocorreu choques elétricos, a figura 26 apresenta o quantitativo desses residentes que afirmam já terem ou não sido acometidos com esse tipo de problema:

Figura 26 - Ocorrência de Choque Elétrico

O(a) senhor(a) ou alguma pessoa que mora aqui já levou algum choque elétrico nesta residência?

47 respostas



Fonte: (Autor, 2021)

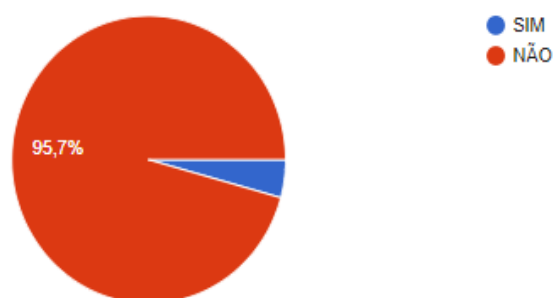
A partir dos dados evidenciados, pode-se constatar que dentre todos os questionados, cerca de 38,3% afirmaram já terem sofrido com esse tipo de situação, esse fato, demonstra de certa forma como os sistemas elétricos dessas residências possuem falhas na sua própria constituição, negligências as quais propiciam cenários de eventuais riscos maiores aos seus moradores, principalmente pela ausência de dispositivos de proteção, necessários para a segurança da instalação elétrica como um todo.

Em relação a segurança dos indivíduos foi verificado o conhecimento desses moradores quanto a instalação dos dispositivos DR's, assim como mostra a figura 27.

Figura 27 - Conhecimento do Dispositivo DR

O(a) senhor conhece o dispositivo DR?

47 respostas



Fonte: (Autor, 2021)

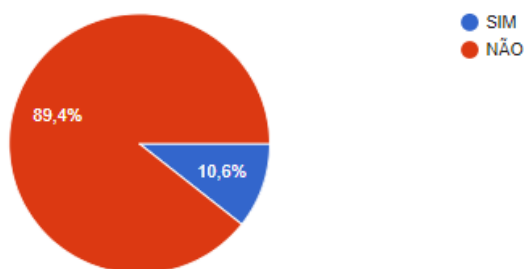
Tal porcentagem evidenciada de 95,7% de total desconhecimento, atestam diretamente alguns apontamentos que já estavam sendo previstos. Praticamente é constatado um consenso entre todos os questionados, quanto ao completo

desconhecimento perante a necessidade da inserção desses aparelhos nos sistemas elétricos, fato esse que pode ser corroborado, assim como aponta a figura 28.

Figura 28 - Entendimento quanto a obrigatoriedade dos IDR's

Já para o caso da resposta seja "não", o(a) senhor(a) sabia que esses dispositivos são obrigatórios por norma em instalações elétricas residenciais?

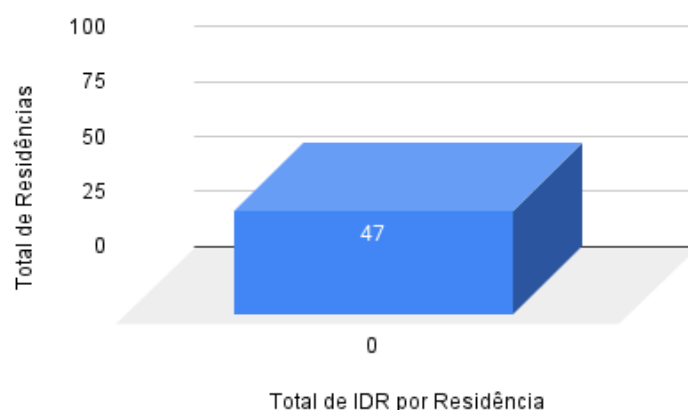
47 respostas



Fonte: (Autor, 2021)

Considerando que 89,4% dos questionados afirmam não conhecerem a obrigatoriedade da inserção de tais dispositivos, é possível associar a existência dessa negligência, perante aos próprios profissionais da cidade que realizam tais instalações, é visível um cenário onde as instalações elétricas são de fato deficitárias no que se refere a parâmetros estipulados segundo a NBR 5410, o cumprimento da norma é mínimo na maioria das residências verificadas, a implementação de tais aparelhos é praticamente inexistente nessa localidade, sendo isso notabilizado perante a figura 29.

Figura 29 - Quantitativo de IDR encontrados nas Residências



Fonte: (Autor, 2021)

A figura acima vem concluir de fato com o que já estava sendo presumível, a ausência de dispositivos DR's em todas as residências analisadas implicam em potenciais cenários de riscos aos indivíduos, sendo tal fato impulsionado pelo próprio desconhecimento dos moradores perante a inserção e funcionalidades desses aparelhos, as negligências identificadas vem de encontro por sua vez com o que também é previsto

mediante os programas de habitação do governo, sendo perceptível a total ausência de fiscalização por parte dos órgãos responsáveis por vistoriar as residências do programa, retratando com isso falhas nos sistemas elétricos dessas residências.

A ausência do DR nas residências pesquisadas, estimulou outra pesquisa com os eletricitistas que trabalham na região da cidade de Coronel João Pessoa e cidade próximas com o objetivo de analisar a sua qualificação, conhecimento sobre o DR, e se as instalações que eles realizam usam projeto elétricos.

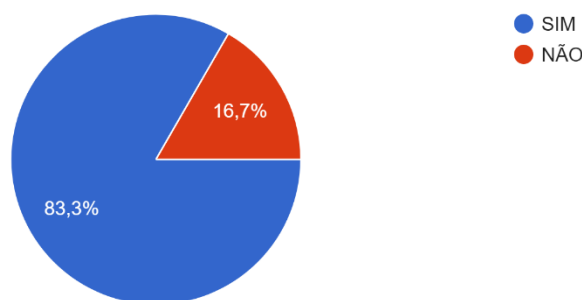
5.3 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS ELETRICISTAS

Os resultados obtidos compreenderam apontamentos de eletricitistas que trabalham em Coronel João Pessoa, Venha Ver e São Miguel, cidades do estado do RN, sendo a de maior proporção na cidade de coronel Joao Pessoa. Entretanto, vale considerar, uma notória escassez de profissionais que atuam na área eletrotécnica, o que por sua vez traz um potencial maior de dificuldade para a correta adequação dos sistemas elétricos residenciais dessas localidades, quanto ao que é previsto por norma, tendo em vista sua complexidade, e um nível de exigência o qual pode promover desconhecimento de suas regulamentações por parte de outros responsáveis por realizarem essas instalações, e que por consequência, facilitam a ocorrência de falhas nesses sistemas.

Todavia, a grande maioria dos questionados, alegaram possuir alguma formação, como mostra a figura 30.

Figura 30 - Porcentagem de eletricitistas que possuem formação

O(a) senhor(a) tem formação técnica na área de eletrotécnica?
6 respostas

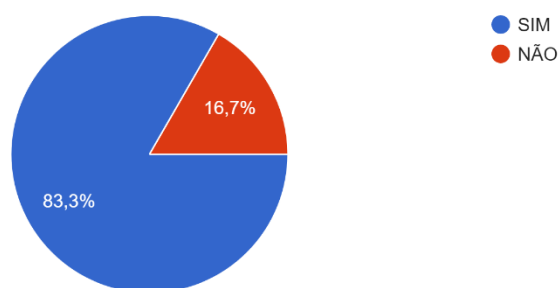


Fonte: (Autor, 2021)

Mesmo com 83,3% das respostas obtidas indicarem que os profissionais que atuam nessa região dispõem de um certo nível de conhecimento em alusão aos processos de execução dessas instalações residenciais, muitos argumentam que aprimoram e atualizam seus conhecimentos através de conteúdos da internet, como vídeos e tutoriais técnicos, além do próprio trabalho prático desenvolvido ao longo dos anos. No entanto, um outro dado importante remete diretamente a forma em que eles atuam perante a execução dessas instalações, como mostra a figura 31.

Figura 31 - Porcentagem de Eletricistas que fazem instalações sem projeto elétrico

O(a) senhor(a) faz instalação elétrica sem projeto elétrico?
6 respostas

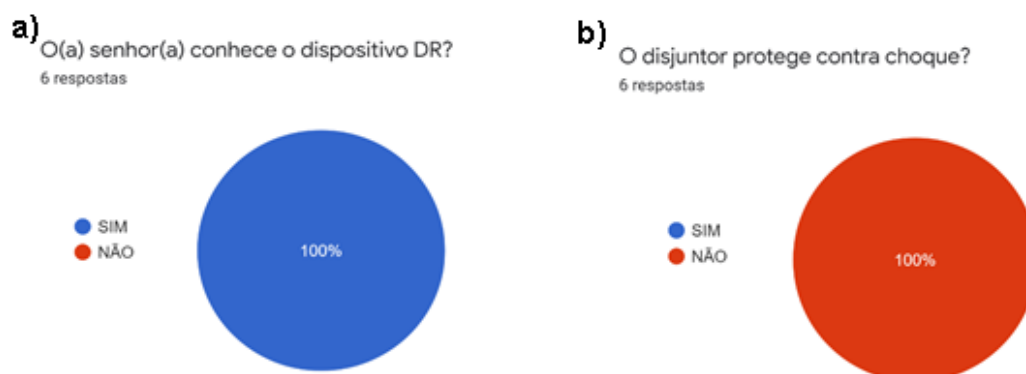


Fonte: (Autor, 2021)

A analisando, fica claro o descumprimento de medidas preliminares quanto a fase de planejamento da instalação, visto que cerca de 83,3% desses profissionais, não utilizam projetos elétricos, o que muitas vezes implicam diretamente na ocorrência de negligências na implementação correta dos componentes obrigatórios por norma e necessários para a instalação, promovendo assim a existência de possíveis futuros acidentes.

Em relação à alguns conhecimentos técnicos básicos, uma constatação que ficou evidente, foi o comum conhecimento entre todos, diante da utilização de dispositivos de proteção como disjuntores e DR's, bem como a sua obrigatoriedade perante norma, assim como mostram as figuras 32 a) e b) respectivamente.

Figura 32 - Conhecimentos Específicos a) DR's e b) Disjuntores



Fonte: (Autor, 2021)

As figuras 32 a) e b) mostram que os eletricitistas sabem da importância do DR. No que diz respeito a estruturação dos circuitos, mediante a atribuição de disjuntores para facilitar a ramificação da carga total da casa diminuindo a interferência perante esses pontos de utilização, fato apresentado pela NBR 5410, foram obtidos os seguintes resultados junto aos eletricitistas.

Figura 33 - Gráfico da pergunta "Ocorre a divisão da instalação em circuitos?"



Fonte: (Autor, 2021)

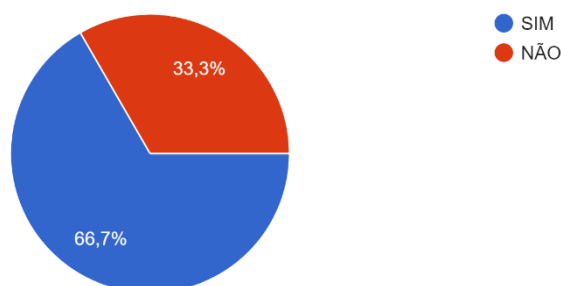
Analisando o gráfico, 66,6% dos profissionais questionados, alegaram em seus projetos, cumprir com o que é prescrito pela norma, atribuindo circuitos terminais no dimensionamento da instalação, entretanto, em comparação com a pesquisa anterior, principalmente as residências que não receberam financiamento do governo federal, a realidade é bem diferente, tendo em vista que praticamente todas as residências, era comum a aplicação de apenas um disjuntor para a proteção de toda a instalação.

Embora, seja um fator comum entre todos os questionados as afirmações acima mencionadas, a utilização de dispositivos DR's por parte desses profissionais, torna-se algo motivo de destaque, como mostra a figura 34.

Figura 34 - Utilização de DR's pelos Eletricistas

Nos projetos elétricos que o(a) senhor(a) executa existe o DR?

6 respostas



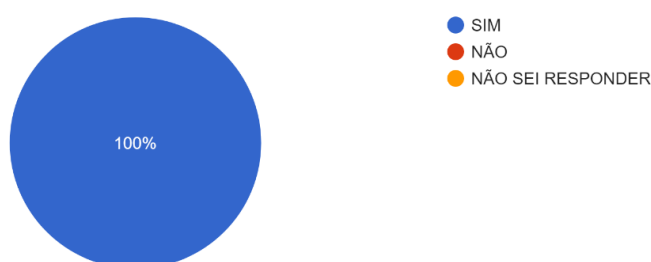
Fonte: (Autor, 2021)

O analisando, é perceptível que nem todos utilizam tais aparelhos visto que 66,7% dos questionados afirmem a sua não utilização, negligência a qual pode promover riscos a instalação, muito embora, 100% dos questionados alegarem não terem nenhuma dificuldade perante a sua instalação, sendo que tal decisão é consoante com a ciência de sua obrigatoriedade, fato esse que vem de encontro com a pesquisa anterior, onde ficou constatado em praticamente todas as residências alvo do levantamento a ausência de tais aparelhos, apontamentos os quais são evidenciados mediante a figura 35.

Figura 35 - Obrigatoriedade dos equipamentos de Proteção

Em relação a pergunta anterior, tanto os DRs, quanto o aterramento, são obrigatórios em uma instalação?

6 respostas

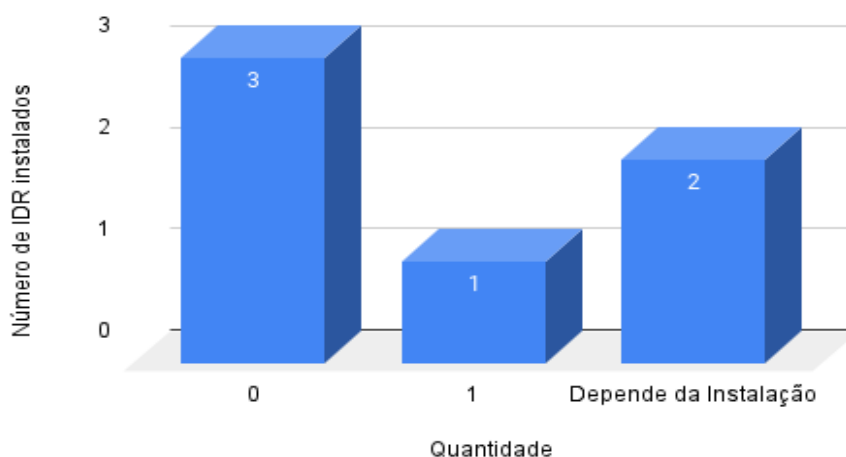


Fonte: (Autor, 2021)

A analisando, fica então evidente que mesmo tendo ciência da necessidade de sistemas de proteção, existe um grande desinteresse na implementação desses equipamentos, atribuídas principalmente a decisões dos próprios instaladores perante a sua não utilização, estando isso associado com alegações de que poderiam encarecer ainda mais a instalação.

Todavia, em referência ao emprego desses equipamentos por esses profissionais, uma alegação que ficou notória, foi quanto ao quantitativo de aparelhos utilizados, assim como mostra a figura 36.

Figura 36 - Quantidade de DR's instalados por eletricitistas



Fonte: (Autor, 2021)

A analisando, mesmo que novamente a maioria (50%), negligencie sua aplicação, percebe-se que existe sim um comprimento da norma NBR 5410, no que condiz deixar a cargo do instalador o número de dispositivos a serem inseridos no sistema elétrico, visto que mediante às respostas dadas, são atribuídas condicionantes para o total de aparelhos a serem utilizados, em alusão ao quantitativo de circuitos que poderiam requerer o seu emprego, fato este que vem indicar ao menos de maneira superficial o que é previsto pela NBR 5410, no que concerne ao dimensionamento da instalação.

Em relação aos sistemas de aterramento, todos os questionados alegaram conhecer sua obrigatoriedade, bem como que a sua inserção no sistema não implicaria em deixar facultativo o uso de DR, como mostra a figura 37.

Figura 37 - Gráfico da pergunta "Aterramento dispensa o uso de DR?"

Em relação ao aterramento, a sua utilização dispensa o uso de DR?
6 respostas

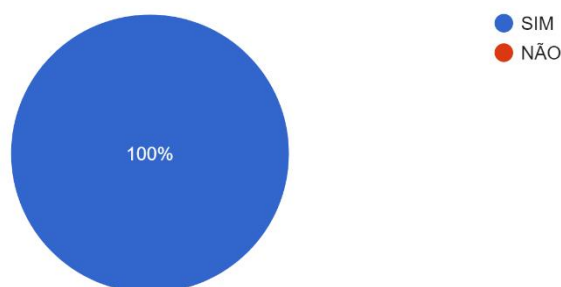


Fonte: (Autor, 2021)

Em relação a ocorrência de eventuais acidentes envolvendo choques elétricos, a figura 38 traz o quantitativo que afirmaram terem sofrido algum tipo de descarga elétrica no procedimento de execução da instalação.

Figura 38 - Ocorrência de Choque elétrico durante o processo de instalação

Já levou algum choque?
6 respostas



Fonte: (Autor, 2021)

Pela figura, todos os entrevistados afirmaram sofrer algum tipo de perturbação fisiológica ocasionada por descarga elétrica, entretanto, todos as descreveram como uma ocorrência simples e que não houve necessidade de uma atenção especial, muito menos cuidados hospitalares.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou o princípio de funcionamento e dimensionamento do dispositivo diferencial residual em instalações residenciais. Além disso dois questionários foram aplicados: o primeiro nas residências da cidade de Coronel João Pessoa-RN sobre a existência do DR, se os moradores receberam alguma planta na entrega do imóvel, bem como o conhecimento dos mesmos perante seus benefícios e funcionalidades. O segundo foi sobre a atuação dos eletricitistas da cidade de Coronel João Pessoa e cidades próximas perante a utilização desses dispositivos, além de verificar algumas práticas ao realizar as instalações.

Os resultados obtidos foram a ausência de DR nas residências verificadas, além da má distribuição dos circuitos, haja vista que em cerca de 57,4% das residências, eram constituídas pela presença de um único disjuntor para toda a instalação, e o risco dos moradores e aparelhos domésticos em relação a ocorrência de choques elétricos e sobrecargas na instalação se tornam constantes. Também foi observado que os moradores não sabem que o DR é obrigatório nas instalações elétricas, e que grande parte não recebeu nenhuma planta (baixa, elétrica e hidráulica).

Além disso, foi observado que a grande maioria dos profissionais entrevistados tinham qualificação técnica, e conhecimento sobre instalação do DR e sua importância na segurança dos moradores. Porém, foi observado algumas não conformidades nas residências em relação a NBR 5410, como um único circuito elétrico para toda a residência, bem como a total ausência desses aparelhos. Entretanto, apesar de existir eletricitistas qualificados na região, a pesquisa mostrou que grande parte das instalações dessas residências eram realizadas pelos próprios construtores, utilizando profissional não capacitado, baseando-se em uma estruturação quase semelhante identificada na maioria das habitações, no que diz respeito a ausência da divisão da instalação em circuitos.

Nesse contexto, verifica-se, no entanto, que a utilização do DR é de suma importância visto que propiciam uma maior segurança para os moradores, pois impedem acidentes por choques elétricos. Além disso são potenciais vigias na instalação, pois evitam, na maioria das vezes gastos desnecessários de energia, pela ocorrência de fugas de corrente, seccionando o funcionamento dos circuitos que apresentam problemas sob essas especificidades.

Portanto, é perceptível que toda instalação elétrica deve ser constituída e elaboradas de acordo com as recomendações das normas vigentes para que o

funcionamento seja condizente com os padrões preestabelecidos. Assim, o sistema elétrico terá eficiência, longevidade e segurança, pois protegerá os usuários contra acidentes de origem elétrica, e assim poder salvar vidas.

REFERÊNCIAS

- ABRACOPEL. Associação brasileira de conscientização para os perigos da eletricidade. **Anuário Estatístico Brasileiro dos Acidentes de Origem Elétrica**. São Paulo: Abracopel, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: **Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Rio de Janeiro. 2004.
- ATHOS ELECTRONICS. **DR - Interruptor Diferencial Residual O que é e como funciona**. 2021. Disponível em: <https://athoselectronics.com/DR-interruptor-diferencial-residual/> Acesso em 10 de dezembro de 2020.
- COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações Elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- CRUZ, Eduardo Cesar Alves; ANICETO, Larry Aparecido. **Instalações Elétricas - Fundamentos, Prática e projetos em instalações Residenciais e Comerciais**. 2.ed. São Paulo: Érica, 2012.
- ESCOLA DA ELÉTRICA. **Como funciona um disjuntor Termomagnético?**.2017. Disponível em <https://escoladaeletrica.com/como-funciona-um-disjuntor-termomagnetico/> . Acesso em 18 de novembro de 2020.
- FERREIRA, Fábio Isaac. **Instalações Elétricas**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2018.
- FILHO, Domingos Leite Lima. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais**. 12. Ed. São Paulo: Érica, 2011.
- GEBRAN, Amaury Pessoa; RIZZATO, Flávio Adalberto Poloni. **Instalações Elétricas Prediais**. Porto Alegre: Bookman, 2017.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- KILDERMANN, Geraldo; CAMPAGNOLO, Jorge Mário. **Aterramento Elétrico**. 3.ed. Porto Alegre: Sagra, 1995.
- LIMA, Mariana Batista. **Estudo e desenvolvimento de dispositivos de proteção contra correntes residuais em sistemas de distribuição c.c**. 2017. 1p. Trabalho de Conclusão de curso – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- MATTEDE, Henrique. **Quais são e para que servem as curvas dos disjuntores?** Mundo da Elétrica. 2021. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/quais-sao-e-para-que-servem-as-curvas-dos-disjuntores/>> Acesso em 10 de março de 2021.

MINHA CASA SOLAR. **Proteção contra surtos elétricos: como escolher o DPS ideal?** 2019. Disponível em < <http://blog.minhacasasolar.com.br/protacao-contrasurtos-eletricos/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Gabinete do Ministro. **Portaria** nº 660, de 14 de novembro de 2018. Brasília, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/50484132/do1-2018-11-16-portaria-n-660-de-14-de-novembro-de-2018-50483803 Acesso em 15 de março de 2021.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Disjuntor termomagnético funções e características.** 2020. Disponível em <<https://www.mundodaeletrica.com.br/disjuntor-termomagnetico-funcoes-e-caracteristicas/>>. Acesso em: 31 de novembro de 2020.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS), como funciona?** 2020. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/dispositivo-de-protacao-contrasurtos-dps-como-funciona/>> Acesso em 31 de novembro de 2020.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Aterramento elétrico, tipos e usos.** 2020. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/aterramento-eletrico-tipos-e-usos/>>. Acesso em 04 de setembro de 2020.

MUNDO DA ELÉTRICA. **DR, DR e DDR.** 2020. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-DR/>>. Acesso em 08 de novembro de 2020.

MUNDO DA ELÉTRICA. **DPS! O que é? Quais as classes e como instalar.** 2020. Disponível em: < <https://www.mundodaeletrica.com.br/dps-o-que-e-quais-as-classes-e-como-instalar/>>. Acesso em 20 de novembro de 2020.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Como dimensionar DR – Interruptor Diferencial Residual.** 2020. Disponível em: < <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-dimensionar-DR-interruptor-diferencial-residual/>>. Acesso em 22 de setembro de 2020.

NERY, Noberto. **Instalações Elétricas - princípios e aplicações.** 2. ed. São Paulo: Érica, 2012.

RICHARDSON, Roberto Jarry, **Pesquisa social: Métodos e Técnicas.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 2012

SCHNEIDER ELECTRIC. **Manual e Catálogo do Eletricista.** 2009. Disponível em: <https://acervodaeletricidade.blogspot.com/2018/01/pdf-manual-e-catalogo-do-eletricista.html>. Acesso em 06 de janeiro de 2021.

TVMAISABC. **Como os disjuntores podem evitar acidentes na rede elétrica.** 2019. Disponível em: <https://tvmaisabc.com.br/como-os-disjuntores-podem-evitar-acidentes-na-rede-eletrica/> Acesso em 17 de março de 2021.

VIAN, Ângelo et al. **Energia solar: fundamentos, tecnologia e aplicações.** São Paulo: Blücher, 2021.

APÊNDICE A – ROTEIRO DO QUESTIONÁRIO RESIDENCIAL

- 1) Há quanto tempo o(a) senhor(a) mora na residência?
- 2) Há quanto tempo a residência foi construída?
- 3) Foi financiada?
 - SIM
 - NÃO
- 4) Se a casa foi financiada, recebeu subsídio do programa minha casa minha vida do governo federal, por exemplo, "Minha casa, minha vida"?
 - SIM
 - NÃO
- 5) Se a casa foi financiada, o(a) senhor(a) recebeu as cópias das plantas baixa, de instalação elétrica e hidráulica?
 - Somente planta baixa
 - Planta baixa e de instalação elétrica
 - Recebi as três
 - Não recebi
- 6) Alguém da construtora explicou onde se localiza o quadro de energia, registros de água, etc.
 - SIM
 - NÃO
- 7) O(a) senhor(a) utiliza com frequência o quadro de distribuição?
 - SIM
 - NÃO
- 8) O(a) senhor sabe qual parte da casa o disjuntor desliga?
 - SIM
 - NÃO

9) O(a) senhor(a) ou alguma pessoa que mora aqui já levou algum choque elétrico nesta residência?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

10) O(a) senhor conhece o dispositivo DR?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

11) Caso a resposta anterior seja "sim", qual a sua funcionalidade?

12) Já para o caso da resposta seja "não", o(a) senhor(a) sabia que esses dispositivos são obrigatórios por norma em instalações elétricas residenciais?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

13) O(a) senhor(a) me autorizaria a ver o quadro de distribuição de energia e tirar uma foto para contribuir com o meu TCC?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

14) O quadro de distribuição da casa é composto por quantos disjuntores?

15) O quadro de distribuição da casa é composto por quantos DR's?

APÊNDICE B – ROTEIRO QUESTIONÁRIO COM ELETRICISTAS

- 1) Qual(is) cidade(s) você trabalha?
- 2) O(a) senhor(a) tem formação técnica na área de eletrotécnica?
 - SIM
 - NÃO
- 3) Se a resposta anterior for "SIM", qual instituição de ensino?
- 4) Caso "NÃO" tenha formação, descreva como você adquiriu seus conhecimentos sobre instalações elétricas.
- 5) O(a) senhor(a) possui quanto tempo de experiência?
- 6) O(a) senhor(a) faz instalação elétrica sem projeto elétrico?
 - SIM
 - NÃO
- 7) Se a resposta anterior for "SIM", o(a) senhor(a) costuma dividir a carga da casa em circuitos, por exemplo, atribuir um disjuntor para as tomadas de menor potência, um disjuntor para iluminação, e um disjuntor para cada carga de maior potência?
- 8) Você atualiza os seus conhecimentos sobre instalações elétricas?
 - SIM
 - NÃO
- 9) Caso a resposta seja "SIM", como é feita essa atualização?
 - Em instituições de ensino
 - Vídeos da internet
 - Revistas e/ou livros
 - Outros meios
- 10) O disjuntor protege contra choque?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

11) O(a) senhor(a) conhece o dispositivo DR?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

12) Caso a resposta seja sim, a(a) senhor(a) tem dificuldades em instalá-lo?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

13) Nos projetos elétricos que o(a) senhor(a) executa existe o DR?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

14) Caso a resposta seja "SIM", quantos dispositivos o(a) senhor(a) instala?

15) O(a) senhor(a) conhece a NBR 5410?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO

16) Em relação a pergunta anterior, tanto os DR's, quanto o aterramento, são obrigatórios em uma instalação?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO
- ☐ NÃO SEI RESPONDER

17) Quantas hastes de aterramento costuma instalar, incluindo o que é instalado no quadro de leitura da concessionária?

18) Em relação ao aterramento, a sua utilização dispensa o uso de DR?

- ☐ SIM
- ☐ NÃO
- ☐ NÃO SEI RESPONDER

19) Já levou algum choque?

- SIM
- NÃO

20) Se a resposta anterior foi "SIM", qual a gravidade do evento? Precisou ficar hospitalizado? Teve queimaduras? Descreva um pouco este evento.