



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

DARCY RIBEIRO

**PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA EM INSTALAÇÕES
RESIDENCIAIS ALIMENTADAS EM BAIXA TENSÃO:
ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES**

Palhoça

2020

DARCY RIBEIRO

**PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA EM INSTALAÇÕES
RESIDENCIAIS ALIMENTADAS EM BAIXA TENSÃO:
ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Elétrica da
Universidade do Sul de Santa Catarina como
requisito parcial à obtenção do título de
Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Fabiano Max da Costa, Eng. Esp.

Palhoça

2020

DARCY RIBEIRO

**PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA EM INSTALAÇÕES
RESIDENCIAIS ALIMENTADAS EM BAIXA TENSÃO:
ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES**

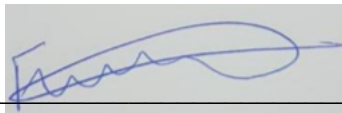
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Eletricista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 02 de julho de 2020.



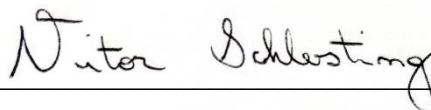
Professor e orientador Fabiano Max da Costa, Eng. Esp.

Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Francieli Scarpini Barbosa Cordeiro, Ms. Eng.

Universidade do Sul de Santa Catarina



Eng. Vitor Pitz Schlesting.

Universidade Federal de Santa Catarina

A deus. Aos meus irmãos queridos. Aos responsáveis por me darem a vida, meus pais. Aos amigos queridos. Ao amor da minha vida. A todos os professores do ensino fundamental, médio e superior, que fizeram parte desta longa jornada. Ao meu querido irmão falecido, Orli Fernandes.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado saúde, força, condições físicas e psicológicas de estar concluindo mais esta etapa e superar todas as dificuldades, foi ele quem permitiu que tudo isso acontecesse ao longo desta jornada, e não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos de minha vida. Agradecer a Deus também por minha vida, minha família, pela saúde de todos que estão a minha volta, pois a saúde é a maior riqueza que temos na vida!

Gostaria de agradecer a meus pais, Ana Adelina Fernandes e Walmor Ribeiro e aos meus irmãos, que me incentivaram nesta trajetória, me permitiram poder estar hoje na universidade e batalharam comigo juntos, rumo à vitória.

Um agradecimento especial a todos os professores que tive a oportunidade de conhecer durante a trajetória como acadêmico até então. Ao professor Fabiano, pela orientação, apoio e confiança e por todos os conhecimentos transmitidos até então. Um agradecimento, muito especial aos professores da UNISUL, agradecimento especial à professora Francielli Scarpini, professora Renata Coelho e professor Claudio Coelho. Um agradecimento muito especial também à professora Daniella Losso, da UFSC, que estava presente no começo deste trajeto e me auxiliou muito durante o difícil começo da adaptação com a universidade. Obrigado à minha professora de matemática do ensino fundamental, Franciele Samistraro, que me fez despertar o gosto e o amor pela matemática! Um muito obrigado aos professores dos cursos técnicos no SENAI e no IFSC e um agradecimento especial à professora Chaiane Cristine de Almeida, que abriu a minha mente para novos horizontes durante suas aulas no SENAI. Vocês todos citados fizeram a diferença para mim.

Aos amigos, gostaria de agradecer a todos que estiveram presentes durante esta trajetória. Um agradecimento especial a minha querida amiga Ana Carolini de Souza, ao meu amigo de infância Hyann Ney da Silva, ao meu amigo de vida e profissão Vitor Pitz, a minha amiga de carreira e de sofrimentos na engenharia Janaina Cardoso da Silva. Gostaria de agradecer especialmente ao meu amigo e parceiro Surlam Carlos Ferreira Trindade, por ter me acompanhado desde o primeiro dia desta trajetória, pela disposição de ouvir todos os sofrimentos e dar conselhos, por me motivar a continuar. Cada um de vocês e outros que não foram citados, foram de certa forma muito importantes, de forma direta ou indireta, para a realização deste sonho. Muito obrigado!

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”
(Albert Einstein).

RESUMO

Os índices de acidentes de origem elétrica nas instalações elétricas brasileiras são preocupantes. Apenas nos anos de 2016, 2017 e 2018, foram registrados pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL), 2501 casos de acidentes por conta do choque elétrico nas instalações elétricas, sendo que destes, 1848 casos levaram a vítima a óbito, ou seja, cerca de 74% dos acidentes vitimaram seres humanos de maneira definitiva.

Os riscos de acidentes de origem elétrica, não são restritos apenas a pessoas que trabalham na área, mas também a quem utiliza a eletricidade no seu dia a dia, ou seja, o choque elétrico é um tipo de acidente que pode ocorrer com qualquer ser humano no seu cotidiano.

Este tipo de risco pode ser minimizado ou neutralizado pelo usuário, manipulando-se a eletricidade de maneira segura. O risco pode ser neutralizado também através do atendimento das normas técnicas, as NBR's, do correto dimensionamento de componentes presentes nas instalações elétricas e também da correta aplicação das NR's, que são as normas de segurança. Este trabalho de conclusão de curso traz um estudo sobre os principais riscos que o ser humano está exposto quando em contato com as instalações elétricas residenciais alimentadas em baixa tensão, ou seja, aquelas de acordo com a classificação da NR 10 para corrente alternada, tensões de 50V até 1000V. São abordadas também as principais formas de prevenção contra acidentes. São exemplificados os conceitos práticos através de um estudo de caso de residências unifamiliares, analisando as situações físicas reais das instalações elétricas.

Palavras-chave: Segurança em eletricidade. NR 10. Riscos Elétricos. Prevenção contra riscos de origem elétrica.

ABSTRACT

The accident rates of electrical origin in Brazilian electrical installations are worrying. In the years 2016, 2017 and 2018 only, 2501 cases of accidents due to electric shock in electrical installations were registered by the Brazilian Association of Awareness of the Dangers of Electricity (ABRACOPEL), of which, 1848 cases led the victim to death, that is, about 74% of accidents victimized human beings definitively.

The risks of accidents of electrical origin are not restricted only to people who work in the area, but also to those who use electricity in their daily lives, that is, electric shock is a type of accident that can occur with any human being in your daily life.

This type of risk can be minimized or neutralized by the user, by handling electricity in a safe manner. The risk can also be neutralized by complying with technical standards, the NBR's, the correct dimensioning of components presents in electrical installations and also the correct application of NR's, which are safety standards.

This completion of course work brings a study on the main risks that human beings are exposed to when in contact with residential electrical installations fed at low voltage, that is, those according to the NR 10 classification for alternating current, voltage 50V to 1000V. The main forms of accident prevention are also addressed.

Practical concepts are exemplified through a case study of single-family homes, analyzing the real physical situations of electrical installations.

Keywords: Electricity security. NR 10. Electrical Hazards. Prevention of risks of electrical origin.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Elétrons Livres X Corrente Elétrica	21
Figura 2 – Regra da Mão Direita em um Condutor Percorrido Por Corrente Elétrica	24
Figura 3 - Categoria Equipamento de Medição	26
Figura 4 – Multímetro Digital	27
Figura 5 - Medição de Tensão Elétrica com Multímetro.....	28
Figura 6 - Medição de Resistência Elétrica com Multímetro	28
Figura 7 - Medição de Corrente Elétrica com Multímetro	29
Figura 8 – Alicate Amperímetro.....	30
Figura 9 - Medição de Corrente Elétrica com Alicate Amperímetro	30
Figura 10 – Detector de tensão para uso em baixa tensão	31
Figura 11 - O Coração Humano	34
Figura 12 – Sistema Circulatório Humano	35
Figura 13 – Funcionamento Elétrico do Coração Humano	36
Figura 14 – Eletrocardiograma do Ciclo Cardíaco	37
Figura 15 - Ondas do Eletrocardiograma	38
Figura 16 – Período Vulnerável do Coração Humano	38
Figura 17 - Choque Elétrico	41
Figura 18 - Choque Elétrico Estático	43
Figura 19 - Calcanheira Antiestática	43
Figura 20 - Choque Elétrico Dinâmico	44
Figura 21 - Choque Elétrico por Descarga Atmosférica	46
Figura 22 - Tensão de Toque	47
Figura 23 - Circuito Equivalente Tensão de Toque.....	47
Figura 24 - Tensão de Passo	49
Figura 25 - Circuito Equivalente Tensão de Passo.....	49
Figura 26 - Zonas Equipotenciais Tensão de Passo	50
Figura 27 - Percursos da Corrente Elétrica no Choque Elétrico	51
Figura 28 - Eletrocardiograma e Pressão Arterial do Coração em Fibrilação Ventricular.....	56
Figura 29 - Desfibrilador Elétrico	57
Figura 30 - Arco Elétrico em AT.....	58
Figura 31 – Adaptador T – Benjamim Universal	62
Figura 32 - Adaptador de Tomada.....	63

Figura 33 - Sinalização de Circuitos no QD.....	64
Figura 34 - Uso de Benjamin.....	65
Figura 35 - Câmera Termográfica	67
Figura 36 - Análise Termográfica	67
Figura 37 – Esquema de Aterramento TN-S	78
Figura 38 - Esquema de Aterramento TN-C	79
Figura 39 - Ruptura do Neutro na Topologia TN-C.....	79
Figura 40 - Esquema de Aterramento TN-C-S.....	80
Figura 41 - Exemplificação do Uso da Topologia de Aterramento TN	80
Figura 42 - Esquema da Aterramento TT – Aterramento Comum.....	81
Figura 43 - Esquema de Aterramento TT – Aterramentos Distintos.....	81
Figura 44 - Esquema de Aterramento IT	82
Figura 45 – Disjuntor Termomagnético do Tipo NEMA	83
Figura 46 - Disjuntor Termomagnético do Tipo IEC/DIN.....	84
Figura 47 - Curvas de Disparo de Disjuntores Termomagnéticos.....	85
Figura 48 - Tomada de Corrente Elétrica de Acordo com a NBR 14136	88
Figura 49 - Tomada Padrão Brasileiro Evita Contato Direto	89
Figura 50 - Tomadas de Corrente Elétrica Padrão NBR 14136	89
Figura 51 - Dispositivo Diferencial Residual - DR	90
Figura 52 - Instalação IDR com Disjuntor Termomagnético	91
Figura 53 - Dispositivo de Proteção contra Surto - DPS.....	91
Figura 54 - DPS no Padrão de Entrada de Energia Elétrica em BT - CELESC.....	92
Figura 55 – Dados da Versão do Projeto de Pesquisa, Plataforma Brasil	96
Figura 56 – Tela de Início da Pesquisa no Formulários Google	97
Figura 57 – Questionamento 11, 12, 13 e 14.....	107
Figura 58 – Conector Porcelana e Fita Autofusão para Conexão do Chuveiro Elétrico	108
Figura 59 - Terminal de Crimpagem	108
Figura 60 – Questionamentos 15, 16, 17 e 18	109
Figura 61 – Fluxograma Habilitação, Qualificação, Capacitação e Autorização de trabalhadores	114
Figura 62 – Questionamento 25, 26, 27 e 28.....	117
Figura 63 - Principais Cores dos Condutores de uma Instalação Elétrica.....	122
Figura 64 – Condições dos Condutores Elétricos - Residência 01.....	123
Figura 65 - Condições dos Condutores Elétricos - Residência 02	123

Figura 66 - Condições dos Condutores Elétricos - Residência 03	124
Figura 67 - Condições das Instalações - Residência 01 e 02	124
Figura 68 - Condições das Instalações - Residência 03.....	125
Figura 69 - Tomadas de Corrente Elétrica Residência 01	126
Figura 70 - Aterramento de Proteção do Chuveiro Residência 01	127
Figura 71 - Tomadas de Corrente Elétrica Residência 02	127
Figura 72 - Tomadas de Corrente Elétrica Residência 03	128
Figura 73 – Uso de Benjamins – Residência 01.....	129
Figura 74 – Uso de Extensão Elétrica – Residência 01	129
Figura 75 – Uso de Benjamins e Adaptadores Elétricos – Residência 02.....	130
Figura 76 – Uso de Benjamins e Extensões Elétricas – Residência 03.....	130
Figura 77 – Cargas Acima de 20A – Residência 02.....	131
Figura 78 – Sistema de Aquecimento d’água – Residência 03	132
Figura 79 – Sinalização do Quadro de Distribuição – Residência 03	133
Figura 80 – Proteção Contra Choque Elétrico com IDR - Residência 03	134
Figura 81 – Proteção Contra Surto Elétrico com DPS - Residência 03	134

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Choque Elétricos – Fatais e Não Fatais – 2013 a 2018.....	12
Gráfico 2 - Morte Por Choque Elétrico Por Tipo de Edificação - 2018.....	13
Gráfico 3 – Corrente Contínua	19
Gráfico 4 - Corrente Alternada.....	20
Gráfico 5 - Dados Gerais de Acidentes de Origem Elétrica–Porcentagem Por Tipo.....	70
Gráfico 6 - Casos de Acidentes Fatais e Não fatais no Ano de 2018	71
Gráfico 7 - Morte por Choque Elétrico por Tipo de Edificação no Brasil	72
Gráfico 8 - Acidentes por choque elétricos nas residências em 2019	73
Gráfico 9 - Acidentes Fatais Provocados por Choque Elétrico na Região Sul do Brasil	73
Gráfico 10 - Incêndios por Sobrecarga de Acordo com o Tipo de Edificação.....	74
Gráfico 11 - Choque Elétrico Por Tipo de Profissão.....	75
Gráfico 12 - Comparativo de Acidentes de Origem Elétrica de 2013 a 2018	76
Gráfico 13 - Questionamento 01	98
Gráfico 14 – Questionamento 02.....	98
Gráfico 15 – Questionamento 03.....	99
Gráfico 16 – Questionamento 04.....	100
Gráfico 17 – Questionamento 05.....	101
Gráfico 18 – Questionamento 07.....	102
Gráfico 19 – Questionamento 09.....	104
Gráfico 20 – Questionamento 10.....	105
Gráfico 21 – Questionamento 19.....	111
Gráfico 22 – Questionamento 20.....	111
Gráfico 23 – Questionamento 21.....	112
Gráfico 24 – Questionamento 22.....	113
Gráfico 25 – Questionamento 23.....	115
Gráfico 26 – Questionamento 24.....	116
Gráfico 27 – Questionamento 29.....	118
Gráfico 28 – Questionamento 30.....	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resistividade Específica.....	23
Tabela 2 - Corrente Equivalente no Coração.....	51
Tabela 3 - Efeitos Fisiológicos do Choque Elétrico X Intensidade de Corrente Elétrica	53
Tabela 4 – Probabilidade de Reanimação da Vítima Após uma Parada Respiratória.....	54
Tabela 5 - Diferenças entre Disjuntor DIN e NEMA.....	83
Tabela 6 - Quadros de Distribuição – Espaço de Reserva.....	110

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.0 JUSTIFICATIVA	14
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	15
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	16
1.3 DELIMITAÇÕES	16
1.4 METODOLOGIA	16
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 DEFINIÇÕES DE CONCEITOS VOLTADOS À ENGENHARIA ELÉTRICA	18
2.1.1 Grandezas Elétricas Fundamentais.....	18
2.1.1.1 Tensão Elétrica	18
2.1.1.1.1 Corrente Contínua	19
2.1.1.1.2 Corrente Alternada.....	20
2.1.1.2 Corrente Elétrica.....	20
2.1.1.3 Resistência Elétrica	22
2.1.1.4 Potência Elétrica.....	23
2.1.1.5 Campo magnético de um condutor.....	24
2.1.2 Medidas Elétricas	24
2.1.2.1 Uso do Multímetro	25
2.1.2.2 Uso do Alicate Amperímetro.....	29
2.1.2.3 Detectores de Tensão Para Uso Em Baixa Tensão.....	31
2.2 DEFINIÇÃO DE CONCEITOS VOLTADOS À ENGENHARIA DE SEGURANÇA.....	31
2.2.1 Risco e Perigo.....	31
2.2.2 Segurança.....	32
2.2.3 Nível de perigo	32
2.2.4 Acidente e Incidente	32
2.2.5 Atos Inseguros e Condições Inseguras	33
2.3 O CORAÇÃO HUMANO	33
2.3.1 Funcionamento Mecânico do Coração	34
2.3.2 Funcionamento Elétrico do Coração	35

2.3.3 Ciclo Cardíaco	36
2.4 RISCOS ELÉTRICOS	38
2.4.1 Choque Elétrico	39
2.4.1.1 Tipos de Choque Elétricos.....	42
2.4.1.1.1 Choque Estático.....	42
2.4.1.1.2 Choque Dinâmico	44
2.4.1.1.3 Descargas Atmosféricas	45
2.4.1.2 Influência do Percurso da Corrente Elétrica no Corpo Humano	51
2.4.1.3 Efeitos Fisiológicos Decorrente do Choque Elétrico	52
2.4.1.3.1 Tetanização.....	53
2.4.1.3.2 Parada Cardíaca	53
2.4.1.3.3 Queimaduras.....	55
2.4.1.3.4 Fibrilação Ventricular.....	56
2.4.1.4 Principais Riscos do Choque Elétrico em AT	57
2.4.2 Arco Elétrico.....	58
2.4.3 Campos Eletromagnéticos	58
2.4.4 Riscos Adicionais.....	59
3 TIPOS DE ACIDENTES	60
3.1 CAUSA DIRETA	60
3.2 CAUSA INDIRETA	61
3.2.1 Descargas Atmosféricas	61
3.3 SOBRECARGA EM CIRCUITOS.....	61
3.4 MAU CONTATO EM CONEXÕES.....	66
3.5 MAU DIMENSIONAMENTO DE COMPONENTES.....	68
3.6 USO INDEVIDO DO MATERIAL FERRAMENTAL	69
3.7 ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES COM ELETRICIDADE	69
3.7.1 Estatística de Acidentes de Origem Elétrica no Brasil	70
3.7.2 Estatística de Acidentes por Tipo de Profissão no Brasil	74
3.7.3 Dados Históricos de Acidentes de Origem Elétrica.....	75
4 MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA	77
4.1 SISTEMAS DE ATERRAMENTO.....	77
4.1.1 Esquema de Aterramento TN	78
4.1.2 Esquema de Aterramento TT	81
4.1.3 Esquema de Aterramento IT.....	82

4.2	PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA E CURTO CIRCUITO EM CIRCUITOS TERMINAIS	82
4.3	PROTEÇÃO CONTRA O CHOQUE ELÉTRICO	88
4.4	PROTEÇÃO CONTRA SURTOS.....	91
4.5	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	94
5	PESQUISA EXPLORATÓRIA.....	95
5.1	COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNISUL.....	95
5.2	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA EXPLORATÓRIA..	96
5.2.1	Questionamento 01 e 02 – Situação do imóvel.....	97
5.2.2	Questionamento 03 – Tempo de vida das Instalações Elétricas.....	98
5.2.3	Questionamento 04 – Manutenção das instalações elétricas	99
5.2.4	Questionamento 05 – Ocorrência de acidentes de origem elétrica na residência do entrevistado	100
5.2.4.1	Questionamento 06 – Descrição da ocorrência de acidentes de origem elétrica na residência do entrevistado	101
5.2.5	Questionamento 07 – Ocorrência de queimadura e/ou parada cardíaca em decorrência de acidentes por fatores elétricos	102
5.2.5.1	Questionamento 08 – Descrição pelos entrevistados de queimadura e/ou parada cardíaca em decorrência de acidentes por fatores elétricos	103
5.2.6	Questionamento 09 – Ocorrência de óbitos em decorrência de acidentes de origem elétrica.....	104
5.2.7	Questionamento 10 – Dispositivo DR	105
5.2.8	Questionamentos 11, 12, 13 e 14 – Chuveiro Elétrico	106
5.2.9	Questionamentos 15, 16, 17, 18 e 19 – Quadro de Distribuição de Circuitos	109
5.2.10	Questionamentos 20, 21 e 22 – Instalações Elétricas.....	111
5.2.11	Questionamentos 23 e 24 – Mão de obra contratada	113
5.2.12	Questionamentos 25, 26, 27, 28 e 29 – Uso de Benjamins e Adaptadores Elétricos	
	116	
5.2.13	Questionamentos 30 – Curso segurança em eletricidade	118
6	INSPEÇÕES VISUAIS – ESTUDO DE CASO	120
6.1	METODOLOGIA PARA ESTE ESTUDO DE CASO	120
6.2	PRESENÇA DO PROJETO ELÉTRICO.....	121
6.3	SITUAÇÃO DOS CONDUTORES ELÉTRICOS	121
6.4	PRESENÇA DO ATERRAMENTO DE PROTEÇÃO.....	125

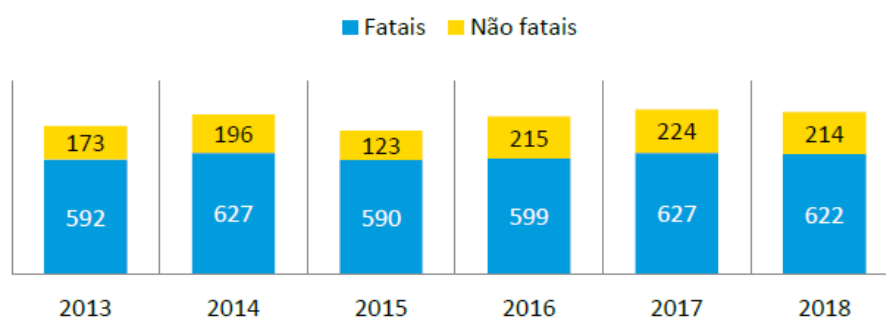
6.5	PRESENÇA DE ADAPTADORES, BENJAMINS OU EXTENSÕES ELÉTRICAS	128
6.6	CONEXÃO DAS CARGAS ACIMA DE 20A	130
6.7	CONDIÇÕES DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	132
6.8	PROTEÇÕES CONTRA SURTO E CHOQUE ELÉTRICO.....	133
6.9	QUANTIDADE DOS PONTOS DE TOMADAS DE CORRENTE NOS CÔMODOS 135	
7	CONCLUSÕES.....	136
7.1	RECOMENDAÇÕES DE NOVOS TRABALHOS.....	138

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Censo Demográfico de 2010, o último realizado até então, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o serviço de fornecimento de energia elétrica chega a um total de 97,8% das residências brasileiras. Dos serviços prestados aos domicílios, o serviço de fornecimento de energia elétrica foi o que apresentou o melhor resultado. Se dividirmos entre área urbana e rural, a área urbana chegou a um resultado ainda melhor, 99,1% das residências em áreas urbanas dispõem do serviço de distribuição de energia elétrica e, na área rural, este patamar está na casa dos 89,7%. São resultados muito satisfatórios levando em conta que o Brasil é um país que possui uma vasta extensão territorial, é o 5º maior país do mundo, possui uma área de 8.515.767,049 km² e uma população de 210.435.704 pessoas (IBGE, 2019).

Tendo em vista que a grande maioria da população brasileira tem contato direto com infraestruturas de instalações elétricas, eletrodomésticos diversos, eletrônicos e similares, fica nítido que o risco de acidentes de origem elétrica está presente no dia a dia da população, e por certas vezes acabam não se dando conta do risco eminente presente. Conforme o anuário estatístico da ABRACOPEL do ano base de 2018, entre os anos de 2013 a 2018 aconteceram diversos casos de acidentes de origem elétrica por conta de choques elétricos que acarretaram acidentes fatais e não fatais, conforme indicado no Gráfico 1:

Gráfico 1 - Choque Elétricos – Fatais e Não Fatais – 2013 a 2018



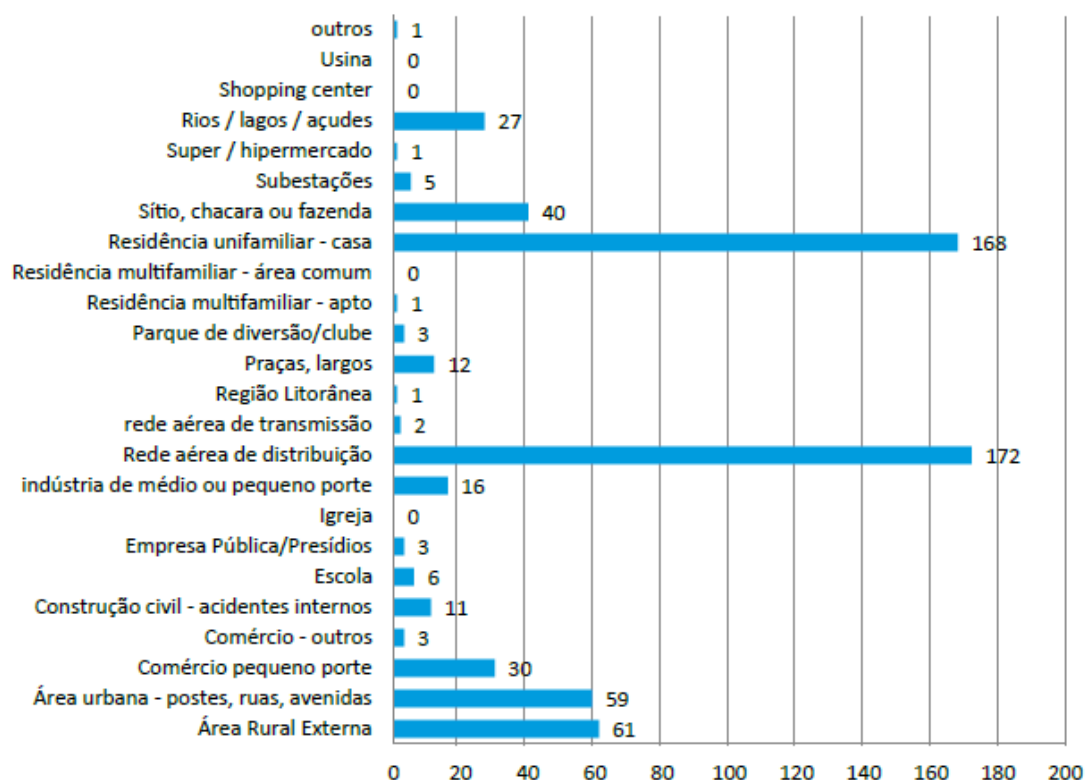
Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2018, p. 43).

O total de acidentes ocasionados por conta de choques elétricos que surpreende, são índices de acidentes que geraram níveis de óbitos muito altos, na média de 74%. Observa-se que a grande maioria dos acidentes entre os anos publicados, são acidentes fatais, que levaram a óbito o usuário final ou ainda um eletricitário da área.

Os acidentes de origem elétrica, são tão sérios quanto os problemas de saúde que são tão difundidos nos meios de comunicação, tais como a dengue e a febre amarela. Segundo o ministério da saúde, entre os meses de julho de 2017 e junho de 2018 aconteceram cerca de 483 casos de óbitos por conta da febre amarela. Já em relação à dengue, no ano de 2019, até o dia 24 de agosto, foram evidenciados 591 casos de óbito em decorrência da dengue (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019). Comparando estes números de casos de dengue e febre amarela com os números de óbitos por conta apenas de acidentes de choque elétrico, observa-se que os índices de óbitos publicados pela ABRACOPEL são maiores do que estas doenças, visto que foi publicado pela mesma o registro de 622 casos de choques elétricos. Observa-se nos meios de comunicação as diversas maneiras de prevenção contra febre amarela e dengue, porque então não são tão difundidos nestes meios, as prevenções contra os riscos de origem elétrica?

Conforme o mesmo anuário estatístico da ABRACOPEL, um dos índices maiores de acidentes de choque elétricos que levaram a óbito, está dentro das residências brasileiras, conforme Gráfico 2:

Gráfico 2 - Morte Por Choque Elétrico Por Tipo de Edificação - 2018



Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2018, p. 43).

De um total de 622 acidentes fatais que ocorreram por conta de choque elétrico, 168 ocorreram dentro de residências unifamiliares. É o segundo maior índice de óbitos na publicação do anuário de 2018, esta é uma informação que chama a atenção para tantos casos de acidentes fatais que são gerados nas residências de famílias brasileiras e que diversas vezes o risco de origem elétrica acaba que passando despercebido no cotidiano.

Sabe-se que muitas famílias habitam em edificações multifamiliares, como prédios verticais, onde cada família vive em um apartamento desta edificação. Estes apartamentos ficam alocados um ao lado do outro com distância curtas. Por conta disso, torna-se de extrema importância tomar os devidos cuidados nas instalações elétricas prediais, pois um acidente que ocorra em um certo apartamento pode acarretar um outro acidente em um outro apartamento ou ainda na edificação como um todo, podendo acarretar um efeito dominó e prejudicar terceiros.

Por isso, torna-se de extrema importância o uso das recomendações impostas por normas tais como a Norma Regulamentadora número 10 (NR 10) estabelecida pelo MTE (Ministério de Trabalho e Emprego), que trata da segurança em instalações e serviços de origem elétrica. Outra norma importante é a Norma Brasileira 5410 (ABNT NBR 5410) estabelecida pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que trata sobre instalações elétricas em baixa tensão, e ainda a ABNT NBR 5419, que trata sobre sistemas de proteção contra descargas atmosféricas.

Recomendações estas, que devem ser seguidas na fase de projeto e execução do projeto, sempre exigindo-se e demandando-se de uma mão de obra qualificada e autorizada para a atividade desejada.

Por conta destes fatos citados, fica mais do que evidenciado que é necessário se informar em relação aos riscos envolvidos nos serviços ou no simples contato do dia a dia com instalações elétricas e prever medidas de prevenção e controle contra acidentes de origem elétrica nos domicílios alimentados em baixa tensão.

1.0 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que o risco de acidentes ou ainda incidentes de origem elétrica está presente no dia a dia da grande maioria dos indivíduos do século 21, portanto é de extrema importância identificar quais os principais riscos que um indivíduo qualquer possa estar exposto durante o uso das instalações elétricas em suas residências.

Segundo a ABRACOPEL (2017), entre os anos de 2013 e 2016, foram contabilizados 4828 acidentes por conta de causas elétricas, entre eles choques elétricos,

incêndios por curto-circuito ou sobrecarga e descarga atmosférica. As estatísticas publicadas pela associação são geradas via publicações veiculadas na imprensa. Acredita-se que o número real de acidentes na prática seja muito maior do que o publicado pela associação. Apenas no ano de 2018 foram 1424 acidentes de origem elétrica, entre estes, 622 foram fatais, morte esta causada em decorrência de choques elétricos.

Por conta disto, torna-se extremamente importante e interessante o conhecimento acerca dos riscos de acidentes por conta de causas elétricas e das formas de preveni-los, tanto para os usuários finais, tais como pessoas comuns no uso do recurso da energia elétrica para a geração do conforto nas dependências da sua residência, como também para eletricitários que atuem diretamente com o risco de origem elétrica nas instalações elétricas residenciais alimentadas em baixa tensão, que segundo a NR 10, são tensão situadas entre 50V até 1000V.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A segurança pessoal e patrimonial no manuseio com as instalações elétricas e seus derivativos é de extrema importância, portanto faz-se necessário uma análise dos riscos e das principais formas de prevenção contra os riscos de acidentes em instalações elétricas residenciais.

Através de um questionário específico, será coletado dados referentes às instalações elétricas residenciais e será gerado posteriormente estatísticas destas instalações. Será também avaliado fisicamente instalações elétricas de residências unifamiliares e será analisado se está de acordo com o que é solicitado pelas NR's e NBR's pertinentes ao tema.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar, via pesquisa exploratória e revisão bibliográfica, a aplicação das normas NR 10 e NBR 5410 em residências alimentadas em baixa tensão, no que tange a prevenção de acidentes de origem elétrica em instalações residenciais alimentadas em baixa tensão, além disto, identificar formas de prevenção contra os acidentes e incidentes de origem elétrica tratando sobre a perspectiva desde um usuário comum alimentado por uma empresa distribuidora de energia elétrica até um profissional eletricitário da área.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Aplicar um formulário com questionamentos inerentes às instalações elétricas, com intuito de obter informações pertinentes às instalações elétricas das residências situadas no município de Palhoça-SC;
- b) Identificar os principais tipos de riscos e de acidentes envolvidos nos serviços de origem elétrica;
- c) Identificar boas práticas em instalações elétricas residenciais alimentadas em baixa tensão;
- d) Vistoriar residências reais e verificar a situação real em comparação com as normas vigentes;
- e) Contrapor as informações coletadas via questionário, com as informações que constam nas normas vigentes;
- f) Difundir princípios básicos de controle contra riscos elétricos.

1.3 DELIMITAÇÕES

Analisar os riscos de origem elétrica em instalações residenciais alimentadas em baixa tensão, citar medidas de prevenção contra os riscos e identificar boas práticas na execução dos trabalhos de origem elétrica analisando do ponto de vista de normas técnicas vigentes.

As informações coletadas através do questionário específico da área, serão relacionadas às instalações elétricas de edificações situadas no município de Palhoça-SC. As residências visitadas para análise real das instalações elétricas estarão situadas no mesmo município já citado.

Não serão citados neste trabalho de conclusão de curso, os riscos de origem elétrica pertinentes a instalações em média/alta tensão elétrica.

1.4 METODOLOGIA

Através de uma pesquisa exploratória, afim de coletar dados para estudo do trabalho, por meio de referências bibliográficas e levantamento de dados com questionário específico, será feita a análise de instalações elétricas residenciais, sobre o ponto de vista da segurança em eletricidade.

A pesquisa exploratória, tem como objetivo proporcionar uma maior familiaridade com o problema, afim de torná-lo mais explícito e ser capaz de construir hipóteses. Este tipo de pesquisa envolve:

- a) Levantamento bibliográfico;
- b) Entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado;
- c) Análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2007).

Essas pesquisas podem ser classificadas como: pesquisa bibliográfica e estudo de caso (GIL, 2007).

Será elencado as principais formas de prevenção contra os riscos analisando normas vigentes e também serão citadas boas práticas na execução dos serviços analisando situações práticas vividas no cotidiano de um eletricitário.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi dividido em 5 seções, são elas:

Seção 2.0 - Revisão bibliográfica: Aborda os conceitos básicos da área de engenharia elétrica, da engenharia de segurança e de conceitos da área da saúde do ser humano, para o correto entendimento do trabalho;

Seção 3.0 – Tipos de Acidentes: Aborda os principais tipos de acidentes que podem ocorrer em uma instalação elétrica alimentada em baixa tensão;

Seção 4.0 – Medidas de Prevenção de Acidentes de Origem Elétrica: Aborda as principais medidas de prevenção contra o risco de origem elétrica nas instalações elétricas alimentadas em baixa tensão;

Seção 5.0 – Pesquisa Exploratória: Aborda o questionário feito com os entrevistados para captação de dados das instalações elétricas de suas residências, e dentro dos resultados obtidos com cada questão, é apresentado tópicos das normas vigentes e sugestões de boas práticas em instalações elétricas;

Seção 6.0 - Inspeções Visuais – Estudo de caso: Aborda as situações encontradas nas inspeções visuais em residências localizadas no município de Palhoça-SC;

Seção 7.0 - Conclusões e Recomendações de Trabalhos Futuros: Aborda as considerações finais perante ao trabalho de conclusão de curso e indicações de trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DEFINIÇÕES DE CONCEITOS VOLTADOS À ENGENHARIA ELÉTRICA

Neste tópico serão apresentados os conceitos básicos relacionados ao segmento da engenharia elétrica, cujo entendimento é essencial para uma boa assimilação dos assuntos que serão apresentados ao longo do trabalho.

2.1.1 Grandezas Elétricas Fundamentais

Serão apresentadas neste subtópico, as características das grandezas elétricas elementares, que são pré-requisitos para entendimento de questões tratadas no desenvolvimento deste. As grandezas elementares em eletricidade são a tensão elétrica, a corrente elétrica, a resistência elétrica e a potência elétrica. Essas grandezas elétricas costumam estar na maioria dos casos presentes em qualquer estudo de circuito elétrico.

2.1.1.1 Tensão Elétrica

A tensão elétrica é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos quaisquer, ou seja, só haverá tensão elétrica se existir em dois elementos com potenciais (esses potenciais podem ser iguais ou diferentes). Caso os potenciais dos dois elementos sejam iguais, a tensão elétrica medida é igual a 0V. Caso os potenciais entre os dois elementos sejam diferentes, então haverá uma diferença de potencial (D.D.P.) diferente de zero (CREDER, 2014).

“Tensão elétrica é a força exercida nos extremos do circuito, para movimentar de forma ordenada os elétrons livres” (CAVALIN e CERVELIN, 1998).

A tensão elétrica, ou ainda, força eletromotriz, pode ser representada pela letra V, pela letra E, pela letra U, ou ainda pela sigla D.D.P. (diferença de potencial), dependendo do autor que está tratando sobre ela. A sua unidade de medida é o Volt (V).

A tensão elétrica pode ser calculada pela 1ª lei de Ohm, conforme fórmula (1) e (2):

$$V = R * I \quad (1)$$

$$P = V * I \quad (2)$$

Onde:

V – É a tensão elétrica;

R – Resistência Elétrica;

I – Corrente Elétrica;

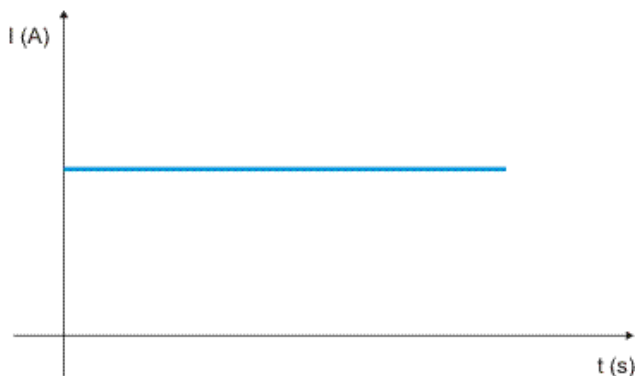
P – Potência Elétrica.

O equipamento que mede a grandeza em questão é o voltímetro. Existem voltímetros tanto analógicos quanto digitais. A tensão elétrica pode ser encontrada em dois formatos: tensão em corrente contínua ou tensão em corrente alternada (CREDER, 2014).

2.1.1.1.1 Corrente Contínua

Uma fonte de tensão elétrica é considerada em corrente contínua quando, ao passar do tempo, o seu valor de tensão elétrica não é alterada, ou seja, permanece contínuo, conforme Gráfico 3. Pode-se entender uma fonte em corrente contínua, analisando o fato de a corrente não alterar o seu sentido, ou seja, é sempre positivo ou negativo.

Gráfico 3 – Corrente Contínua



Fonte: Só física, 2019.

As fontes de tensão em corrente contínua são normalmente usadas em circuitos que demandam de alguma eletrônica. Placas de circuito impresso, placas de eletrônicos em geral, elétrica automotiva, baterias utilizadas nos controles remotos, placa fotovoltaica, entre outros, são exemplos de aplicações onde os circuitos de corrente contínua são encontrados.

Usualmente denomina-se a corrente contínua pela sigla CC (corrente contínua) ou ainda DC (do inglês, direct current).

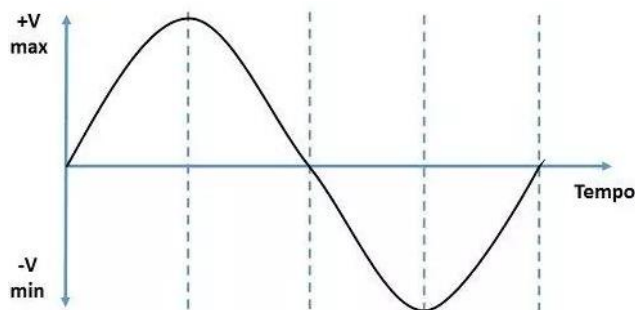
2.1.1.1.2 Corrente Alternada

Já as fontes de tensão elétrica com geração em corrente alternada variam de acordo com uma frequência da rede. Esta frequência no Brasil é de 60Hz.

“Corrente alternada é uma corrente oscilatória que cresce de amplitude em relação ao tempo, segundo uma lei definida” (CREDER, 2014).

Ao analisar o gráfico da corrente ao passar do tempo verifica-se que esta corrente ora é positiva, ora é negativa, conforme Gráfico 4.

Gráfico 4 - Corrente Alternada



Fonte: Mundo da Elétrica, 2020.

A corrente alternada é usualmente utilizada no Sistema Elétrico de Potência (SEP) nacional.

O SEP nacional compreende desde a geração da energia elétrica, transmissão, distribuição e consumo.

As tomadas de corrente das residências, circuitos de iluminação, indústrias, comércios, são usualmente alimentadas com uma fonte de tensão elétrica provida de uma corrente alternada.

Habitualmente denomina-se a corrente alternada pela sigla CA (corrente alternada) ou ainda AC (do inglês, alternating current).

2.1.1.2 Corrente Elétrica

“A corrente elétrica é o movimento ordenado de elétrons livres no interior de um condutor elétrico sob a influência de uma fonte de tensão elétrica” (CAVALIN e CERVELIN, 1998).

Os materiais existentes no planeta Terra são compostos por átomos. Um átomo é formado por minúsculas partículas de elétrons e prótons. Este átomo possui uma zona chamada

eletrosfera, que é composta por elétrons girando ao redor de um núcleo. Em alguns tipos de materiais, existem elétrons que estão muito afastados do núcleo, que possuem uma força pequena de ligação química, podendo então se desprender com facilidade, estes elétrons são conhecidos então, como elétrons livres (CREDER, 2014).

Estes elétrons livres podem movimentar-se de uma maneira irregular, desordenada por dentro do material. Analisando, por exemplo, um condutor de cobre, este condutor possui uma certa quantidade de elétrons livres que estão a movimentar-se de uma maneira desordenada em seu interior. No momento em que estes elétrons livres passam a se organizar, e começam a circular em um único sentido, de maneira organizada, criando assim um fluxo ordenado de partículas de elétrons livres, tem-se então a criação de uma corrente elétrica (CREDER, 2014).

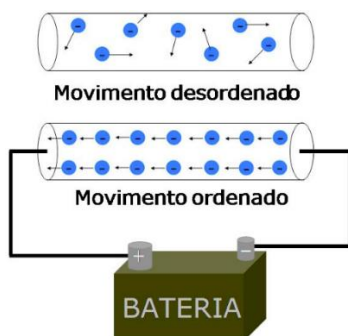
Para existir a criação de uma corrente elétrica, é necessário haver uma diferença de potencial, ou ainda, uma tensão elétrica.

Conforme Creder (2014, p.17):

Corrente elétrica é o deslocamento de cargas dentro de um condutor quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as suas extremidades. Tal deslocamento procura restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo elétrico ou outros meios (reação química, atrito, luz etc.). Então, a corrente elétrica é o fluxo de cargas que atravessa a seção reta de um condutor, na unidade de tempo.

Analisando-se a Figura 1, observa-se um tubo que representa um condutor elétrico, no qual existem elétrons livres se movimentando de maneira desordenada e, no momento em que neste condutor é aplicado em uma D.D.P., estes elétrons começam a fluir em um único sentido, passando a existir então uma corrente elétrica.

Figura 1 – Elétrons Livres X Corrente Elétrica



Fonte: Física no Ensino Médio, 2019.

A corrente elétrica é representada pela letra i .

A unidade de medida de corrente elétrica é o Ampere (A).

A corrente elétrica pode ser calculada pela 1ª lei de Ohm, conforme fórmula (1) e (2).

O equipamento que mede a grandeza elétrica em questão é o amperímetro. Encontra-se amperímetros analógicos ou ainda digitais.

2.1.1.3 Resistência Elétrica

“A resistência elétrica é a oposição oferecida por todos os elementos do circuito à passagem da corrente elétrica” (CAVALIN e CERVELIN, 1998).

Todo material apresenta uma certa resistência elétrica, inclusive o corpo humano.

“A resistência R depende do tipo do material, do comprimento, da seção A e da temperatura. Cada material possui a sua resistividade” (CREDER, 2014).

A fórmula (3), indica a equação da resistividade elétrica de um condutor elétrico, conhecida também como 2ª Lei de Ohm:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (3)$$

Onde:

R – Resistência do condutor medida em Ω ;

ρ – É a resistividade específica em $\Omega \cdot m$. É variável de acordo com o material do condutor. Na Tabela 1 são indicados os valores de resistividade específica de condutores mais usuais;

L – Comprimento do condutor medida em m (metros);

S – Área da seção transversal do condutor medida em mm^2 .

A representação da resistência elétrica se dá pela letra R .

A unidade de medida é dada em ohm, cuja representação é dada pela letra grega ômega (Ω). O equipamento que mede a grandeza elétrica em questão é o ohmímetro.

Tabela 1 - Resistividade Específica

Material	Resistividade ($\Omega\text{mm}^2\text{m}$)
Prata	0,016
Cobre	0,017
Zinco	0,061
Alumínio	0,03

Fonte: Electronica, 2019.

2.1.1.4 Potência Elétrica

“Para a execução de qualquer movimento ou a produção de calor, luz, radiação etc., é necessário despende uma certa energia. A energia aplicada por segundo em qualquer destas atividades chamamos de potência” (CREDER, 2014).

“Ela determina, por exemplo, o quanto uma lâmpada é capaz de emitir luz, o quanto o motor elétrico é capaz de produzir trabalho ou a carga mecânica que pode suportar em seu eixo, o quanto um chuveiro é capaz de aquecer a água, ou o quanto um aquecedor de ambientes é capaz de produzir calor etc.” (CAVALIN e CERVELIN, 1998)

A potência elétrica é uma certa quantidade de energia utilizada em um intervalo de tempo para a produção de algum trabalho. Este trabalho pode ser mecânico, sonoro, luminoso, térmico, entre outros.

“Quanto maior a potência maior será o trabalho realizado em um determinado tempo” (CAVALIN e CERVELIN, 1998).

A potência elétrica é classificada em três tipos de potências, a potência ativa, a potência reativa e ainda a potência aparente (CAVALIN e CERVELIN, 1998).

A potência ativa é a potência que é utilizada para realizar o trabalho efetivo. Sua representação é dada pela letra P e sua unidade de medida é dada em Watt (W) (CAVALIN e CERVELIN, 1998).

A potência reativa é a potência que é utilizada para magnetização de motores elétricos, transformadores elétricos etc. É a potência consumida para manter os efeitos do campo magnético. Note que ela não produz trabalho efetivo, porém é necessária para o funcionamento destes componentes citados anteriormente. A representação da potência reativa é dada pela letra Q e sua unidade de medida é o Volt-Ampere Reativo (VAr) (CAVALIN e CERVELIN, 1998).

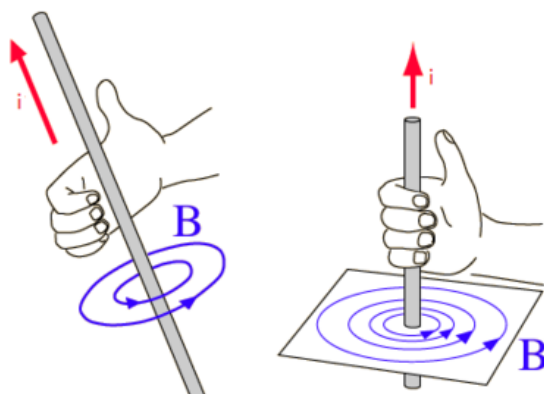
A potência aparente é a soma vetorial entre a potência ativa e a potência reativa. É representada pela letra S e sua unidade de medida é o Volt-Ampere (VA) (CAVALIN e CERVELIN, 1998).

Para dimensionamento de circuitos elétricos, como seção transversal do condutor, disjuntor de proteção, barramentos, entre outros componentes, utiliza-se a potência aparente para dimensionamento (CAVALIN e CERVELIN, 1998).

2.1.1.5 Campo magnético de um condutor

Segundo Creder (2014), pode ser comprovado experimentalmente que ao redor de um condutor transportando uma corrente elétrica tem-se a criação de um campo magnético, que pode ser verificado o seu sentido com a regra da mão direita, conforme indicado na Figura 2.

Figura 2 – Regra da Mão Direita em um Condutor Percorrido Por Corrente Elétrica



Fonte: Secretaria da educação do estado do Paraná, 2019.

O sentido do campo magnético é dado pela regra da mão direita: O polegar apontando no sentido da corrente elétrica i e os outros dedos apontando para o sentido do campo magnético B (CREDER, 2014).

2.1.2 Medidas Elétricas

Neste tópico serão apresentadas boas práticas relacionadas às medições de grandezas elétricas. As multimedidas das grandezas elétricas são fundamentais para a prevenção de acidentes de origem elétrica, principalmente para eletricitários.

2.1.2.1 Uso do Multímetro

O multímetro é um equipamento muito utilizado no universo das atividades da área elétrica. Este equipamento, dependendo do modelo e do fabricante, possui a capacidade de efetuar diversas medições elétricas.

A grande maioria dos modelos existentes no mercado podem medir a tensão elétrica em CC ou CA, corrente elétrica e resistência elétrica.

Modelos mais sofisticados podem medir as grandezas citadas anteriormente e mais outras como a capacitância (capacitores), temperatura, indutância (indutores), etc.

Deve-se tomar muito cuidado ao utilizar o multímetro. É necessário verificar, se a classe de isolamento do equipamento e a sua categoria é permitida para a tensão e local de medição que se necessita fazer a leitura de grandezas elétricas em questão.

A separação dos multímetros por categorias de segurança, possibilita uma maior proteção e acessibilidade dos profissionais aos aparelhos corretos, de modo a garantir a sua saúde e segurança no seu trabalho.

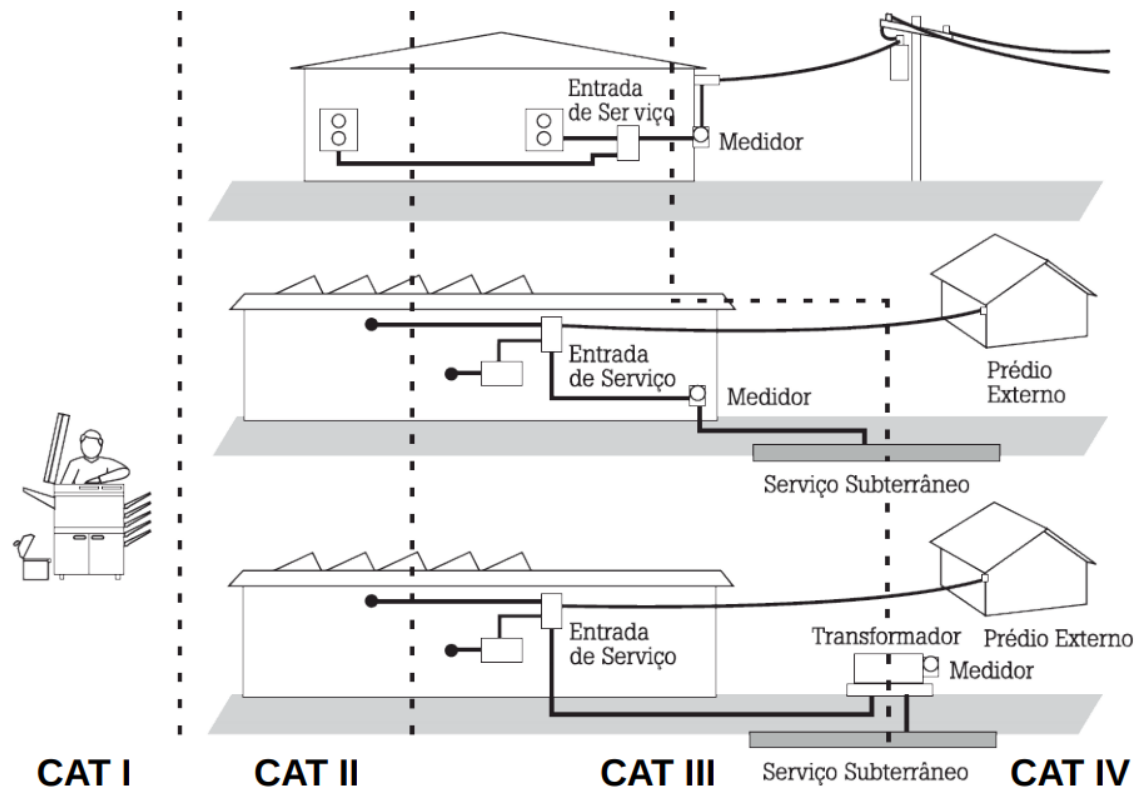
Toda vez que for necessário o uso do multímetro, deve-se atentar ao local que será utilizado o equipamento, pois quanto mais próximo estiver este ponto de medição da fonte de tensão (no caso residencial, a fonte de tensão pode ser entendida como o ponto de fornecimento de energia elétrica pela concessionária local, o local que foi instalado o medidor de energia elétrica) necessitará de uma categoria maior.

Considerando as categorias de segurança do equipamento de medição, quanto maior for a sua categoria, maior será a sua resistência a um possível transiente ou surto advindo da rede elétrica. Um transiente nada mais é do que um surto de tensão elétrica que ocorre num intervalo de tempo muito pequeno.

Para os instrumentos de teste ou ainda de medição, com tensões de uso de até 1000VAC ou 1500VDC - Baixa Tensão, a norma que padroniza os critérios de segurança é a norma internacional IEC/EM 61010-1.

Na Figura 3, observa-se os tipos de categorias existentes e em qual local é seguro utilizar o equipamento de medição em questão.

Figura 3 - Categoria Equipamento de Medição



Fonte: UTFPR – Instrumentos de Medição, 2020.

Por exemplo, um equipamento que tenha uma categoria CAT II, poderá ser utilizado, portanto, para fazer a medição de grandezas elétricas até as tomadas de corrente das edificações, porém não poderá ser utilizado para medições no quadro de distribuição da edificação, pois para tal medição segura, deverá ser utilizado o equipamento de medição com uma categoria mínima CAT III.

O equipamento com categoria CAT III poderá ser utilizado para fazer medições nas tomadas de corrente elétrica da edificação e também poderá ser utilizado nas placas eletrônicas dos equipamentos, ou seja, quanto maior a categoria de segurança de um determinado equipamento, maior será a amplitude de locais que este poderá ser utilizado para fazer medições elétricas, portanto, é importante se atentar na hora da compra de um determinado equipamento de medição, a sua categoria de proteção. É necessário que a sua categoria seja igual ou maior que a categoria do ponto nas instalações elétricas na qual irá ter contato. A informação da categoria do equipamento poderá ser encontrada na legenda do equipamento ou ainda no manual do fabricante.

Na Figura 4, verifica-se que o equipamento possui uma categoria CAT II e uma classe de isolamento de até 600V, ou seja, pode-se utilizar este modelo de multímetro em instalações elétricas até o ponto de tomada de corrente elétrica que tenha seu funcionamento

até 600V. Acima desta tensão as propriedades dielétricas do material isolante não serão eficientes para fazer a proteção do operador do multímetro.

Figura 4 – Multímetro Digital



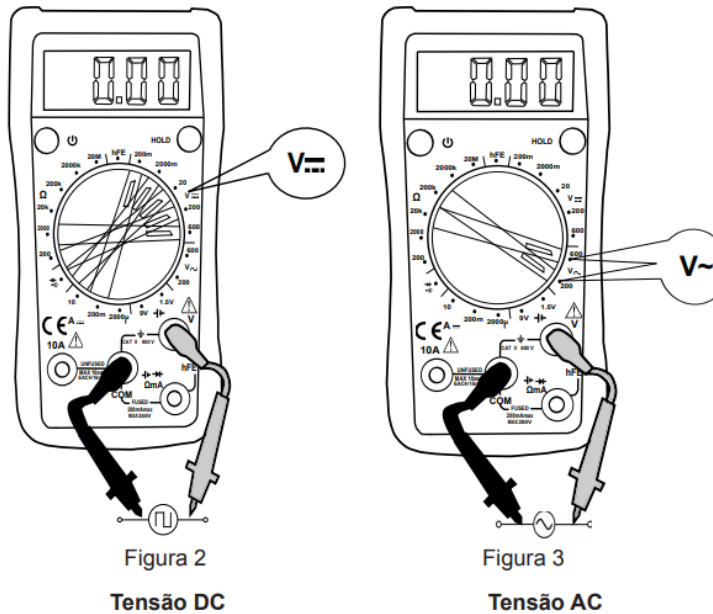
Fonte: Minipa do Brasil, 2019.

Ao utilizar o multímetro deve-se atentar à posição em que estão conectadas as suas ponteiros. O multímetro, em seu corpo, possui alguns bornes aos quais deverão ser conectadas as ponteiros. Cada borne possui uma legenda, esta legenda indica qual a grandeza elétrica deverá ser medida no borne selecionado.

Para a medição de tensão elétrica deve ser verificado na legenda do multímetro qual é o borne de tensão elétrica correspondente no multímetro e, na escala seletora, deve-se selecionar a tensão que se deseja medir.

Para fazer a medição da tensão elétrica, deve-se posicionar as ponteiros do multímetro em paralelo com a tensão que se deseja medir, uma em cada potencial elétrico, conforme Figura 5.

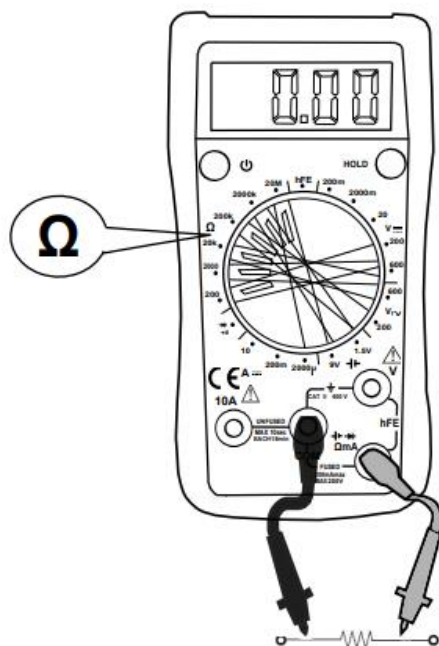
Figura 5 - Medição de Tensão Elétrica com Multímetro



Fonte: Minipa do Brasil, 2019.

Para a medição de resistência elétrica, deve-se primeiro desenergizar o circuito ou componente que pretende verificar a resistência elétrica. Após a desenergização, deve-se verificar a posição das ponteiros nos bornes do multímetro e selecionar a escala de resistência elétrica no multímetro. Ao efetuar de fato a medição, as ponteiros devem estar em paralelo com o componente que se necessita verificar a resistência elétrica, conforme Figura 6.

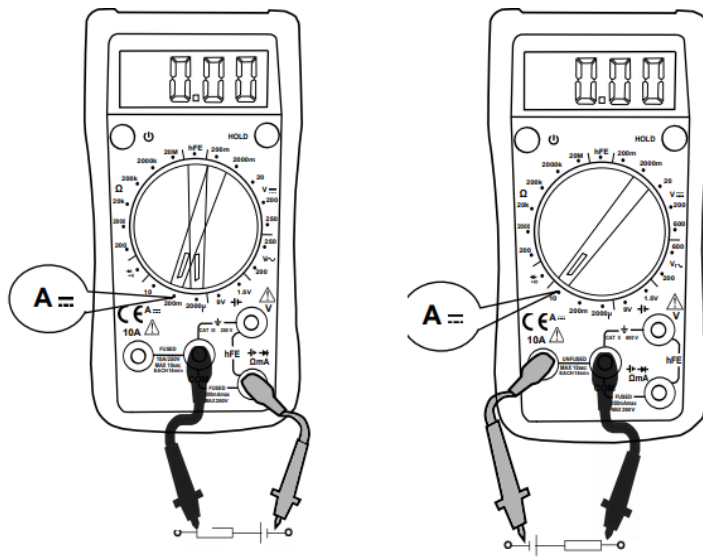
Figura 6 - Medição de Resistência Elétrica com Multímetro



Fonte: Minipa do Brasil, 2019.

Para a medição de corrente elétrica, deve-se verificar na legenda do multímetro o borne correspondente para medição de corrente elétrica. Após encaixar as ponteiros e selecionar a escala de corrente elétrica na escala seletora, deve-se conectar as ponteiros do multímetro no circuito energizado em série com a carga, ou seja, o circuito deve ser aberto para efetuar a medição de corrente elétrica, conforme Figura 7.

Figura 7 - Medição de Corrente Elétrica com Multímetro



Fonte: Minipa do Brasil, 2019.

2.1.2.2 Uso do Alicate Amperímetro

O alicate amperímetro é um equipamento similar ao multímetro, porém com uma diferenciação na medição de corrente elétrica.

Na medição de corrente elétrica com o multímetro é necessário fazer a abertura do circuito para fazer a adição do multímetro em série com a carga. Já o alicate amperímetro não é necessário fazer a abertura do circuito.

O alicate amperímetro possui no seu corpo uma pinça, conforme observa-se na Figura 8, na qual será alocado o condutor que se deseja fazer a medição de corrente elétrica. O princípio de funcionamento do alicate se dá por indução eletromagnética.

Figura 8 – Alicate Amperímetro

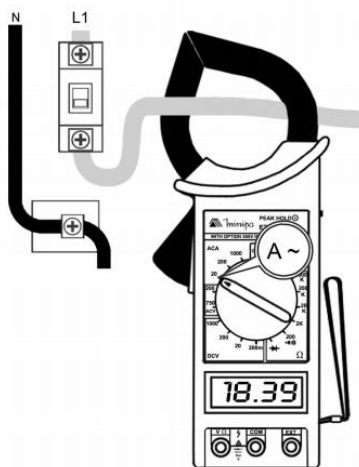


Fonte: Fluke, 2019.

Portanto, para fazer a medição de corrente elétrica utilizando o alicate, não é necessário fazer o uso de ponteiras, basta selecionar na escala seletora a grandeza que se deseja medir (corrente elétrica), alocar dentro da pinça/garra do alicate o condutor que deseja verificar a intensidade de corrente elétrica. A garra deve ser totalmente fechada.

Deve-se alocar dentro da garra do alicate apenas o condutor fase ou ainda apenas o condutor neutro, conforme indicado na Figura 9, visto que o princípio de funcionamento do alicate se dá pelos campos magnéticos gerados pelo condutor ao percorrer uma corrente elétrica no seu interior. Se por algum descuido for alocado dentro do alicate ambos os condutores (fase e neutro) a corrente elétrica medida será algo próximo de zero amperes, podendo acarretar acidentes futuros ao eletricitário, pois este irá achar que está manipulando um circuito aonde não há corrente elétrica que na verdade há.

Figura 9 - Medição de Corrente Elétrica com Alicate Amperímetro



Fonte: Minipa do Brasil, 2019.

2.1.2.3 Detectores de Tensão Para Uso Em Baixa Tensão

Detectores de tensão são equipamentos que podem verificar a existência de tensão elétrica, indicando a existência por sinais luminosos, sonoros etc.

Existem variados modelos de detectores, na Figura 10 é apresentado um modelo disponível no mercado. É uma ferramenta prática para testes rápidos para verificação de circuitos desenergizados.

Figura 10 – Detector de tensão para uso em baixa tensão



Fonte: Minipa do Brasil, 2019.

Um cuidado que se deve ter com o detector de tensão é o fato de o equipamento depender de uma bateria interna, caso esta bateria esteja com pouca carga ou ainda descarregado, pode acarretar em medições incorretas, com potencial grande de geração de acidentes de origem elétrica.

2.2 DEFINIÇÃO DE CONCEITOS VOLTADOS À ENGENHARIA DE SEGURANÇA

Neste tópico serão trabalhadas as definições de termos voltados à área da engenharia de segurança.

2.2.1 Risco e Perigo

“O risco é expresso pela probabilidade de possíveis danos dentro de um período específico de tempo ou número de ciclos operacionais. É a incerteza quanto à ocorrência de um determinado evento, ou ainda, a chance de perdas que uma empresa pode sofrer por causa de um acidente ou série de acidentes” (CICCO e FANTAZZINI, 2003).

Já se tratando do perigo, conforme Cicco & Fantazzini (2003, p. 8):

Perigo, ou ainda Hazard (termo derivado do inglês) é uma ou mais condições de uma variável com o potencial necessário para causar danos. Esses danos podem ser entendidos como lesões a pessoas, danos a equipamentos ou estruturas, perda de material em processo ou redução da capacidade de desempenho de uma função pré-determinada. Havendo um perigo, persistem as possibilidades de efeitos adversos.

A OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series) define perigo como a fonte ou a situação com potencial para provocar danos em termos de lesão, doença, dano à propriedade, dano ao meio ambiente do local de trabalho ou uma combinação destes.

2.2.2 Segurança

“É definida como “isenção de perigos”. Entretanto é praticamente impossível a eliminação completa de todos os perigos. Segurança é, portanto, um compromisso acerca de uma relativa proteção da exposição a perigos” (CICCO e FANTAZZINI, 2003).

2.2.3 Nível de perigo

Segundo Cicco & Fantazzini (2003, p. 9):

Um perigo pode estar presente, mas pode haver baixo nível de perigo, devido às precauções tomadas. Assim, por exemplo, um banco de transformadores de alta voltagem possui um perigo inerente de eletrocussão, uma vez que esteja energizado. Há um alto nível de perigo se o banco estiver desprotegido, no meio de uma área de pessoas. O mesmo perigo estará presente quando os transformadores estiverem trancados num cubículo sob o piso. Entretanto, o nível de perigo agora será mínimo para o pessoal.

2.2.4 Acidente e Incidente

De forma sucinta, o acidente é um fato que acontece de forma não programada, não planejada, inesperada e que interrompe a atividade que estava a se executar, gerando danos físicos ao ser humano ou ainda danos materiais a uma instituição.

Já o incidente é também uma ocorrência não planejada, porém não há danos físicos macroscópicos ao ser humano e nem materiais a uma instituição. O incidente é uma situação que poderia levar a um acidente dependendo de determinadas variáveis, no momento em que ele ocorre. O incidente também é conhecido pelo termo quase-acidente (CICCO e FANTAZZINI, 2003).

2.2.5 Atos Inseguros e Condições Inseguras

Para Fuckner, Hayashi e Misumoto (2012, p. 43):

Ato inseguro é tudo o que o trabalhador faz, voluntariamente ou não, e que pode provocar um acidente. São considerados atos inseguros a imperícia, o excesso de confiança, a imprudência, o exibicionismo, a negligência, a desatenção, as brincadeiras no local de trabalho, etc.

Condição Insegura é decorrente de situações existentes no ambiente de trabalho e que podem causar acidentes, como piso escorregadio, iluminação deficiente, excesso de ruído, falta de arrumação, instalações elétricas sobrecarregadas, máquinas defeituosas, matéria-prima de má qualidade, calçado ou vestimentas impróprias, falta de planejamento, jornada de trabalho excessiva etc.

Os atos inseguros são aqueles que depende único e exclusivo do fator humano. É um ato que o operador/trabalhador irá tomar que terá uma probabilidade de geração de acidentes. Já as condições inseguras dependem dos fatores externos da organização, como por exemplo as manutenções das máquinas em que o operador irá trabalhar, ou ainda, condições no ambiente de trabalho que tem uma probabilidade de geração de acidentes.

Acidentes de trabalho podem ser gerados por um dos dois fatores citados anteriormente ou ainda uma combinação de ambos os fatores.

2.3 O CORAÇÃO HUMANO

“O coração é um órgão do corpo humano que tem como função o bombeamento do sangue para todo o corpo, promovendo a irrigação das células” (KINDERMANN, 2013).

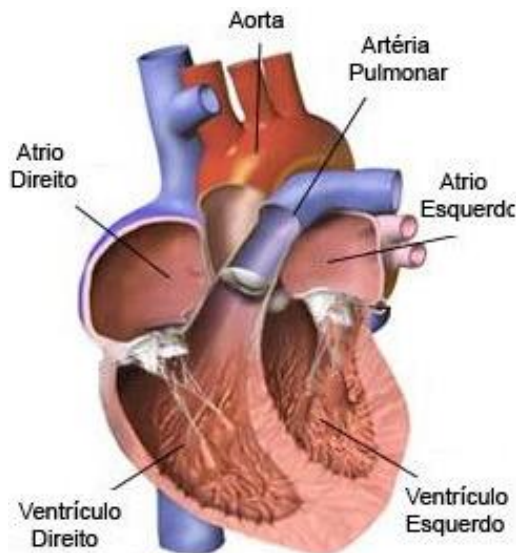
O coração humano tem o seu funcionamento similar a uma bomba dupla. O lado esquerdo do coração bombeia sangue rico em oxigênio (sangue arterial) para as diversas partes do corpo, enquanto isso, o lado direito do coração bombeia sangue rico em gás carbônico (sangue venoso) para os pulmões.

Segundo Kindermann (2013, p.24):

As células estão dispostas de maneira estática no corpo humano, isto é, elas estão nas suas posições pré-definidas. Portanto, é o sangue que leva os nutrientes e oxigênio (O₂) a cada célula e, ao mesmo tempo, recolhe o gás carbônico (CO₂) e os resíduos. O impulsionamento (bombeamento) do sangue é feito pelo coração. Portanto, o funcionamento adequado, vital e salutar de qualquer célula depende da eficiência da bomba cardíaca.

O coração humano é composto basicamente por quatro cavidades, chamadas de átrios direito e esquerdo e ventrículos direito e esquerdo, conforme indicado na Figura 11.

Figura 11 - O Coração Humano



Fonte: Toda Matéria, 2019.

“Artéria é o conduto que transporta o sangue que sai do coração, já a veia é o conduto que transporta o sangue que entra no coração, portanto o sangue entra no coração através de uma veia, e sai pela artéria” (KINDERMANN, 2013).

2.3.1 Funcionamento Mecânico do Coração

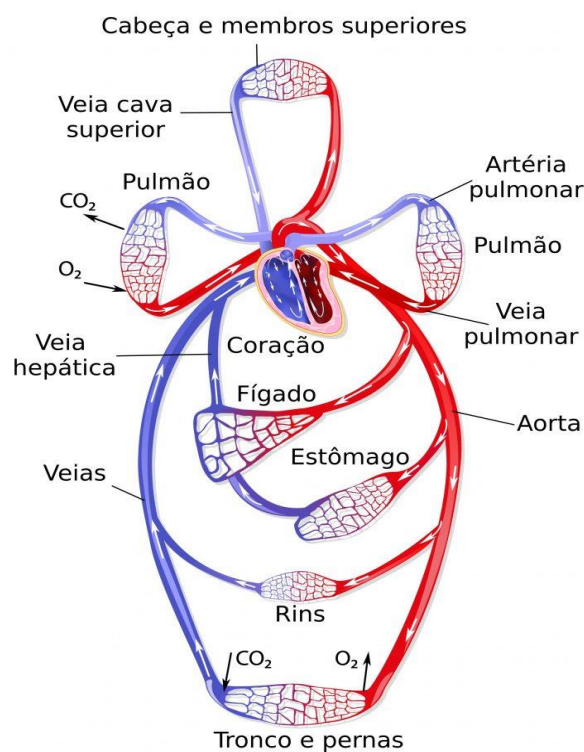
Na Figura 12, observa-se o funcionamento mecânico do coração interligado com os principais sistemas do corpo humano que recebem sangue rico em oxigênio e devolvem sangue rico em gás carbônico.

Conforme Kindermann (2013, p.27):

Durante o funcionamento normal do coração, os músculos dos átrios se contraem, impulsionando o sangue para os ventrículos. O período de enchimento ventricular é chamado de **diástole**.

Com a contração do átrio esquerdo o sangue arterial passa para o ventrículo esquerdo e, com a contração deste, o sangue é impulsionado para a artéria aorta e é levado para todo o corpo humano. As contrações dos ventrículos direito e esquerdo, ocorrem simultaneamente, formando uma **sístole**.

Figura 12 – Sistema Circulatorio Humano



Fonte: Info Escola, 2019.

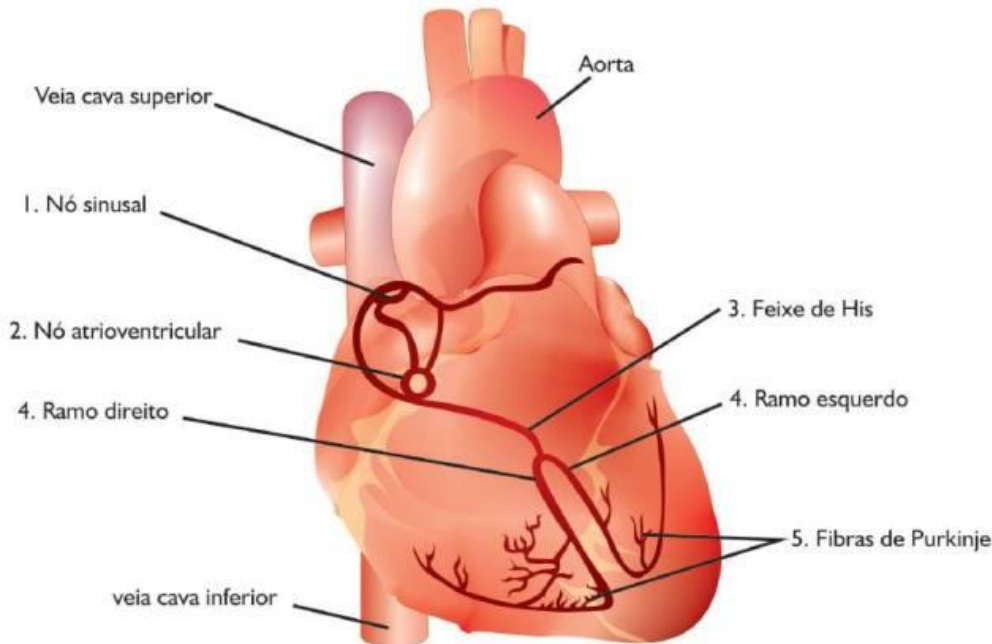
2.3.2 Funcionamento Elétrico do Coração

Segundo Kindermann (2013, p.31),

O funcionamento mecânico do coração humano é controlado e comandado eletricamente, por dois geradores eletroquímicos, o Nódulo Sino Atrial (NSA) e o Nódulo Átrio Ventricular (NAV), na qual ambos estão situados na cavidade do átrio direito. O NSA na parte superior e o NAV na parte inferior. O NSA é o gerador elétrico principal, que emite pulsos elétricos, já o NAV é um gerador reserva, que acompanha os sinais do NSA, sem gerar pulso elétrico, porém entra em operação caso o NSA deixe de funcionar.

Na Figura 13, verifica-se a posição dos componentes presentes no funcionamento elétrico do coração, citado anteriormente, conforme Kindermann (2013).

Figura 13 – Funcionamento Elétrico do Coração Humano



Fonte: Marca Passo Piero Lourenço, 2019.

Segundo Kindermann (2013, p.31),

Os pulsos elétricos ao passarem pelas paredes dos átrios, produzem um pequeno choque elétrico, contrações simultâneas em todas as fibras musculares do coração, impulsionando o sangue para o ventrículo direito e esquerdo (diástole). Abaixo do NAV está situado o Feixe de His, que irá captar o sinal elétrico e este pulso elétrico será distribuído pela rede de Purkinje a todas as fibras musculares que compõem as paredes dos ventrículos do coração. Ao receberem o sinal sincronizado do NSA, as fibras musculares se contraem promovendo a contração dos ventrículos (sístole).

2.3.3 Ciclo Cardíaco

O funcionamento do coração se dá através de dois movimentos básicos, já citados anteriormente, são eles:

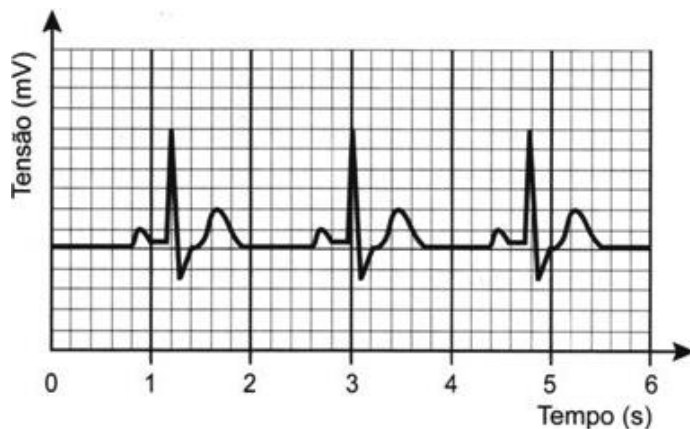
A Diástole, que é o movimento de relaxamento, quando o coração se enche de sangue.

A Sístole, que é o movimento de contração, quando o sangue é bombeado para todo o corpo humano;

Quando são todos preenchidos por sangue, os átrios se contraem, as válvulas se abrem e o sangue é bombeado para os ventrículos que estão relaxados. Quando os ventrículos estão todos preenchidos por sangue, os ventrículos se contraem e bombeiam o sangue para o corpo humano, neste mesmo momento os átrios se enchem de sangue novamente para repetir os mesmos movimentos citados. O conjunto de movimentos citados é denominado de ciclo cardíaco (KINDERMANN, 2013).

Para verificação da saúde cardíaca do ser humano, pode-se verificar esses pequenos pulsos de sinais elétricos, que são na ordem de 1mV, através da medição na superfície da pele com um aparelho eletrônico que efetua a ampliação do sinal. Este aparelho é conhecido como Eletrocardiograma (ECG), cujo a forma de onda captada por ele pode ser representada de acordo com a Figura 14 (KINDERMANN, 2013).

Figura 14 – Eletrocardiograma do Ciclo Cardíaco



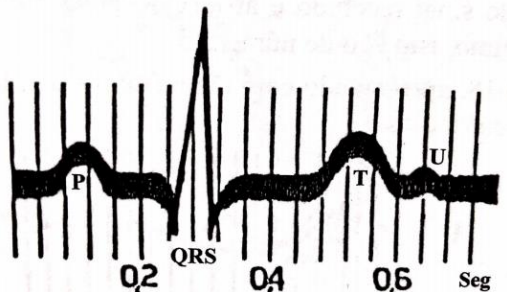
Fonte: Marca Passo Piero Lourenço, 2019.

De acordo com Kindermann (2013, p.39), as fases do ciclo cardíaco podem ser divididas em três fases distintas e bem definidas:

- A onda P, que corresponde à fase de contração dos átrios;
- A onda do complexo QRS, que corresponde à fase de contração dos ventrículos;
- A onda T, que corresponde à fase onde se processa bioquimicamente a repolarização das fibras musculares dos ventrículos;
- E a onda U que até hoje tem significado desconhecido e pouco representativo. Nem sempre a onda U aparece no eletrocardiograma.

Com isto, verifica no eletrocardiograma da Figura 15, a localização de cada onda citada anteriormente.

Figura 15 - Ondas do Eletrocardiograma

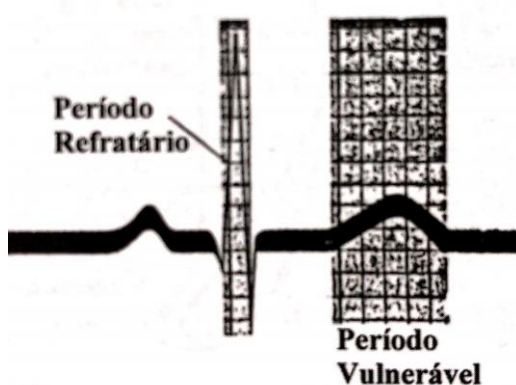


Fonte: Kindermann (2013, p.36).

É no período de repolarização das fibras musculares (onda T), que são diagnosticadas várias doenças no coração. É o período mais vulnerável à fibrilação ventricular do coração, devido a um choque elétrico externo, podendo ser fatal para o ser humano caso as técnicas de primeiros socorros não sejam realizadas (KINDERMANN, 2013).

Na Figura 16, verifica-se o período vulnerável no Eletrocardiograma do Ciclo Cardíaco, o período refratário indicado na imagem é o momento que ocorre a contração dos ventrículos, ou seja, é a onda QRS.

Figura 16 – Período Vulnerável do Coração Humano



Fonte: Kindermann (2013, p.41).

2.4 RISCOS ELÉTRICOS

Como citado no tópico 2.2.1, o risco é expresso pela probabilidade de possíveis danos dentro de um período específico de tempo ou número de ciclos operacionais. É a incerteza

quanto a ocorrência de um determinado evento, ou ainda, a chance de perdas que uma empresa pode sofrer por causa de um acidente ou série de acidentes (CICCO e FANTAZZINI, 2003).

Neste tópico, serão abordados os principais riscos de origem elétrica que são citados na Norma Regulamentadora Número 10 (NR 10), regulamentada pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Riscos estes que podem gerar danos tanto materiais para organizações, quanto danos físicos para o ser humano.

2.4.1 Choque Elétrico

Segundo Fuckner, Hayashi e Misumoto (2012, p. 48):

O choque elétrico é o principal e mais grave risco elétrico derivado das redes de energia elétrica. O choque elétrico decorre da corrente elétrica, ou seja, o fluxo de elétrons que circula quando existe um caminho denominado circuito elétrico, estabelecido entre dois pontos com potenciais elétricos diferentes, como um condutor energizado e a terra.

Se você encostar em ambos simultaneamente formará o circuito elétrico e permitirá que a corrente circule através do seu corpo.

O choque elétrico é uma perturbação da natureza do ser humano e possui efeitos diversos que se manifestam no organismo humano quando este é percorrido por uma corrente elétrica.

O choque elétrico é uma ação advinda de uma fonte externa do corpo do ser humano para o interior do corpo. É uma perturbação na natureza do ser humano, que pode acarretar acidentes fatais.

Segundo Fuckner, Hayashi e Misumoto (2012, p. 48):

Os efeitos do choque elétrico variam e dependem dos fatores a seguir:

- Percurso da corrente elétrica pelo corpo humano;
- Intensidade da corrente elétrica;
- Tempo de duração;
- Área de contato;
- Frequência da corrente elétrica;
- Tensão elétrica;
- Condições da pele do indivíduo;
- Estado de saúde do indivíduo.

A gravidade da consequência do choque elétrico que irá causar à vítima do choque elétrico depende de vários fatores, como já citado no parágrafo anterior. Uma das principais delas é o percurso que a corrente elétrica irá tomar ao entrar pelo corpo do indivíduo que está em contato com uma diferença de potencial. A tendência da corrente elétrica ao passar pelo corpo é entrar por um ponto de contato e sair por um outro ponto de contato. O caminho que esta corrente irá tomar é de extrema importância, pois se no meio do caminho estiver localizado o coração humano, e esta corrente passar no momento da janela vulnerável que foi citado anteriormente na Figura 16, existe uma probabilidade de ocorrer a fibrilação ventricular no indivíduo que está em contato com esta diferença de potencial (KINDERMANN, 2013).

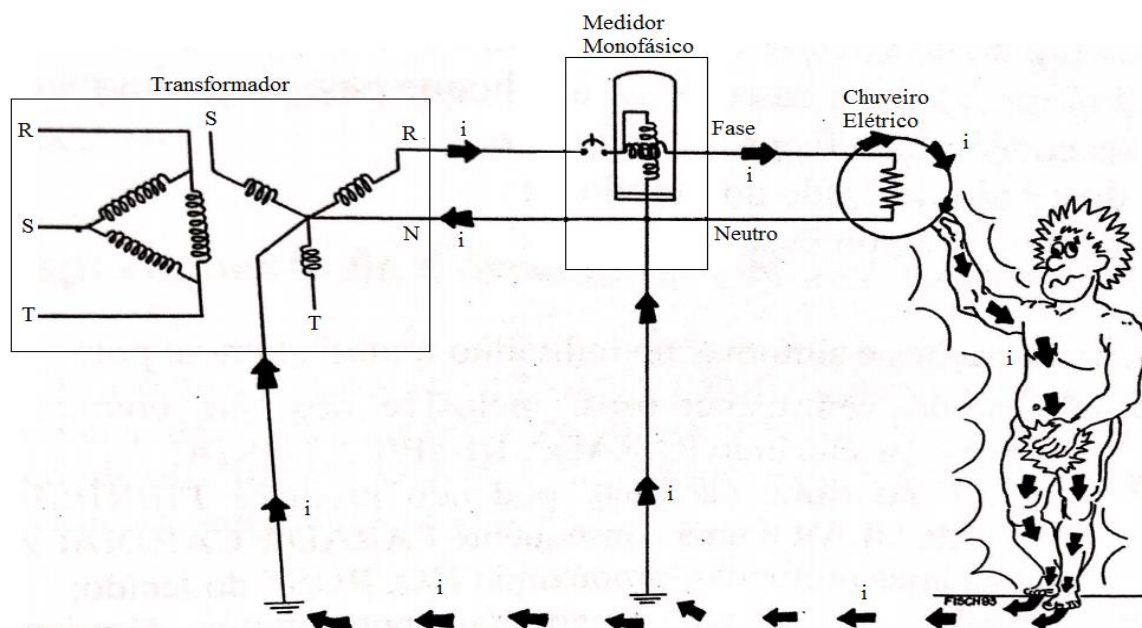
Outros pontos importantes a se observar também, que irá causar uma gravidade maior ao indivíduo que está tendo a circulação de uma corrente elétrica internamente no seu corpo, são:

- a) A intensidade da corrente elétrica do choque elétrico e a área de contato com a fonte desta corrente elétrica: Ao entrar no corpo do ser humano, a tendência desta corrente é se dissipar por todo o corpo humano, porém quanto maior for a corrente elétrica que entra no corpo, maior será a densidade de corrente elétrica que irá passar pelo coração humano, caso o caminho desta esteja passando pelo órgão citado, portanto, acarretará em danos mais severos. Assim também, quanto maior for a área de contato com a fonte de corrente elétrica, maior será a densidade de corrente elétrica que irá adentrar no organismo humano (KINDERMANN, 2013);
- b) O tempo em que o indivíduo fica em contato com a fonte de corrente elétrica: Quanto maior o tempo de contato, maior serão as consequências ao acidentado, pois quanto mais tempo esta corrente estiver percorrendo por órgãos internos do corpo humano, maior será a elevação da temperatura interna do corpo, pois o corpo humano é uma espécie de resistência elétrica, na qual quando há uma circulação de corrente elétrica tende a haver uma elevação de temperatura e também, quanto maior for o tempo de contato com a corrente elétrica, maior será a probabilidade de ocorrência da fibrilação ventricular (KINDERMANN, 2013);

- c) A tensão elétrica ou ainda a diferença de potencial em que o indivíduo esteja em contato: A tensão elétrica é responsável por impulsionar os elétrons que irá passar internamente pelo corpo (corrente elétrica, consequentemente o choque elétrico). Existe um valor de tensão que é conhecido como tensão de segurança, na qual o ser humano pode ter contato (em condições normais da pele, sem membros úmidos) e a percepção do choque elétrico ao ser humano não é possível. Este valor é de até 50V para corrente alternada e de até 120V para corrente contínua. Muitos projetos na indústria, sempre que possível, são projetados e executados seguindo estes valores de tensão de segurança para evitar acidentes de origem elétrica aos trabalhadores (KINDERMANN, 2013).

Na Figura 17, observa-se o percurso que a corrente elétrica toma, na qual tem como consequência o choque elétrico ao indivíduo em que está em contato com a diferença de potencial.

Figura 17 - Choque Elétrico



Fonte: Kindermann (2013, p.5).

Este é o caso, por exemplo, de uma instalação monofásica, onde o fio fase, por um problema qualquer de perda de isolamento, energiza a carcaça metálica do chuveiro elétrico ou de qualquer outro eletrodoméstico como a máquina de lavar roupa, freezer, ar condicionado etc. O cidadão, isto é, o leigo, ao tocar na carcaça, recebe o choque elétrico (KINDERMANN, 2013).

Observe também, que no circuito da Figura 17 o aterramento elétrico na carcaça do equipamento em questão não existe. Conforme nota-se na figura, estão chegando no componente energizado apenas dois condutores, como o circuito é monofásico, subentende-se que são os condutores fase e neutro. A falta de aterramento neste caso facilitou a presença do choque elétrico ao indivíduo que tocou na carcaça metálica do equipamento.

“Observação: Deve-se sempre considerar que todo choque elétrico é perigoso” (KINDERMANN, 2013).

2.4.1.1 Tipos de Choque Elétricos

Em relação ao choque elétrico, este é dividido em três categorias fundamentais, o choque estático, o choque dinâmico e as descargas atmosféricas (KINDERMANN, 2013).

2.4.1.1.1 *Choque Estático*

“Ocorre devido à descarga eletrostática, ou seja, pela descarga de cargas elétricas residuais existentes em equipamentos” (FUCKNER et al. 2012, p. 49).

Um exemplo clássico de choque estático, é a situação de um automóvel em deslocamento em uma região que possui a sua humidade relativa muito baixa, ou seja, um clima seco. Com o automóvel em deslocamento, o atrito entre o ar atmosférico e a carcaça metálica do automóvel tende a gerar cargas elétrica que ficam acumuladas na lataria do automóvel, similar a um capacitor. Se a carcaça possui uma certa carga elétrica acumulada, então existe uma diferença de potencial entre a carcaça metálica do automóvel e o solo. Portanto, existe a possibilidade de geração de um choque estático no momento em que um indivíduo qualquer vier a tocar na carcaça metálica do automóvel e concomitantemente no solo (aterramento), como por exemplo na hora em que vier a pegar na maçaneta do carro para fazer a abertura da porta, conforme indicado na Figura 18 (KINDERMANN, 2013).

Existe ainda a possibilidade de geração de faíscas por conta do choque estático, que podem acarretar outros tipos de acidentes, como incêndios, dependendo da situação em que se encontra o automóvel (KINDERMANN, 2013).

Figura 18 - Choque Elétrico Estático



Fonte: Isto é Japão, 2019.

A tendência de um choque elétrico estático, é a dissipação de uma certa quantidade de cargas eletrostáticas acumuladas e, em um intervalo de tempo relativamente curto, o choque estático irá se extinguir. É um tipo de choque que na maioria dos casos não traz grandes danos à saúde e integridade física do ser humano, isto dependerá também da quantidade de carga acumulada, que dependendo do caso, poderá sim acarretar danos severos.

O choque estático pode acarretar também em queima de componentes eletrônicos em linhas de produção nas indústrias de eletroeletrônicos em geral. Para evitar este risco de acidente, os funcionários devem usar um dispositivo que faça a dissipação destas cargas estáticas. Um dispositivo muito utilizado na indústria é a calcanheira antiestática, como ilustrado na Figura 19, um modelo de calcanheira antiestática.

Figura 19 - Calcanheira Antiestática



Fonte: Raísa, 2019.

2.4.1.1.2 Choque Dinâmico

Segundo Fuckner, Hayashi e Misumoto (2012, p. 49):

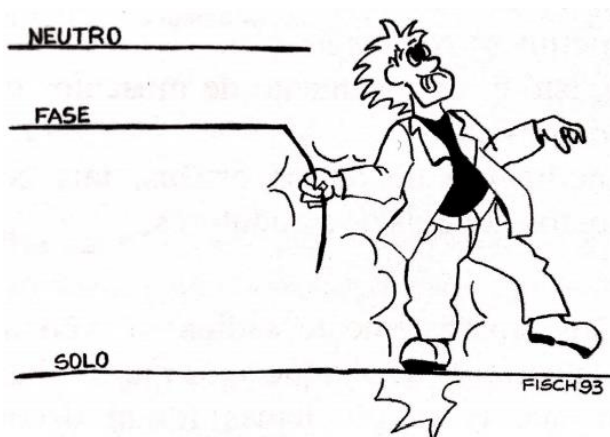
É o que ocorre quando se faz contato com um elemento energizado. Este tipo de choque acontece em duas ocasiões:

- Toque acidental na parte metálica do condutor denominada “parte viva”;
- Toque em partes condutoras próximas aos equipamentos e instalações, que fiquem energizadas acidentalmente por defeito, fissura ou rachadura na isolação.

O choque dinâmico é o tipo de choque mais clássico que existe. É o principal tipo de choque que provoca acidentes em cidadãos comuns usuários da energia elétrica e eletricitários. É o choque provocado entre o contato de um condutor energizado da rede em relação a um outro ponto com um potencial elétrico diferente.

O choque dinâmico, normalmente ocorre entre o contato de um membro superior (como mãos, ombros, cabeça) com o condutor fase, e um membro inferior (como os pés, pernas, joelhos) em um potencial que é normalmente o aterramento (na qual o indivíduo não está fazendo o uso de um calçado próprio, com resistência de isolamento própria para o risco de origem elétrica). Existe, portanto, uma diferença de potencial entre o membro superior e o membro inferior, facilitando a circulação de uma corrente elétrica entre estes dois pontos de potenciais diferentes, ocorrendo, portanto, o choque elétrico do tipo dinâmico. Na Figura 20 exemplifica-se um tipo de choque elétrico do tipo dinâmico.

Figura 20 - Choque Elétrico Dinâmico



Fonte: Kindermann (2013, p.13).

De acordo com Kindermann (2013, p.14):

Este é o tipo de choque mais perigoso porque a rede de energia elétrica mantém a pessoa energizada, ou seja, a corrente de choque persiste continuamente. O corpo humano é resistente, e nos primeiros instantes suporta bem o choque elétrico de baixa tensão, mas com a manutenção da corrente passando pelo corpo, os órgãos internos vão sofrendo danos e perdendo a sua capacidade de resistir. Isto se dá pelo fato de o choque elétrico produzir diversos efeitos no corpo humano, tais como:

- Elevação da temperatura dos órgãos do corpo humano devido ao aquecimento produzido pela corrente do choque;
- Tetanização dos músculos do corpo humano;
- Superposição da corrente do choque com as correntes neurotransmissoras que comandam o corpo humano, criando uma pane geral;
- Comprometimento do coração, quanto ao ritmo de batimento cardíaco e possibilidade da fibrilação ventricular.

“Muitos órgãos, aparentemente saudáveis, só vão apresentar sintomas devido aos efeitos da corrente de choque após muitos dias ou meses, ficando difícil diagnosticar que esses problemas foram decorrentes do choque elétrico” (KINDERMANN, 2013).

2.4.1.1.3 Descargas Atmosféricas

As descargas atmosféricas são descargas elétricas, cuja corrente pode chegar na faixa de kA (quilo amperes). São provocadas pela formação de um forte campo elétrico, devido ao alto acúmulo de cargas elétricas que podem ser entre nuvem e terra ou ainda entre nuvem e nuvem, que visam reequilibrar potencialmente a atmosfera (KINDERMANN, 2013).

As descargas atmosféricas iniciam-se por uma ruptura da rigidez dielétrica do ar dentro da nuvem, os elétrons se movem de uma região para outra, a partir de uma descarga líder, crescida de um canal ionizado, por quilômetros de distância, compondo uma longa coluna de plasma, sempre buscando a menor resistência dielétrica do ar, não sendo necessariamente o caminho mais curto (KINDERMANN, 2013).

Os raios podem incidir diretamente na vítima, como está representado na Figura 21, ou cair próximo, gerando tensões de toque e tensões de passo que podem ser perigosas.

Figura 21 - Choque Elétrico por Descarga Atmosférica



Fonte: Kindermann (2013, p.15).

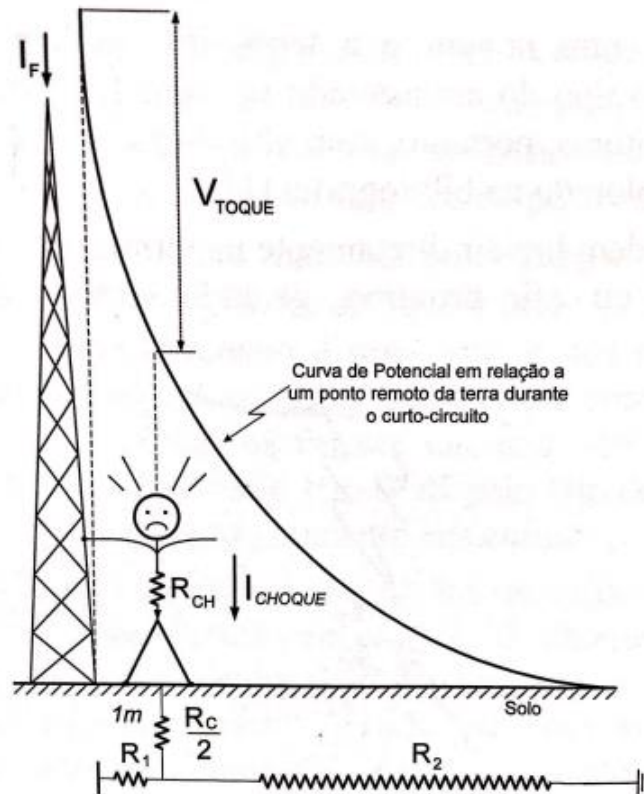
2.4.1.1.3.1 Tensão de Toque

“É a tensão elétrica existente entre os membros superiores e inferiores de um indivíduo. Em termos de choque acidental, a tensão de toque aparece devido a um defeito no equipamento” (KINDERMANN, 2013).

De acordo com Kindermann (2013, p.14):

Para analisar a tensão de toque, observa-se a situação em que uma torre de transmissão está com uma ruptura nos seus isoladores que sustenta os cabos da linha, consequentemente gerando um curto-circuito do tipo monofásico a terra. No solo, a corrente de curto-circuito gerará potenciais distintos desde o “pé” da torre até uma distância remota. Este potencial é representado pela curva na Figura 22. No momento do curto-circuito, uma pessoa que toque na torre de transmissão estará submetida a um choque elétrico que foi ocasionado por uma tensão de toque, ou seja, entre um membro superior (mãos) e um membro inferior (pés) haverá uma diferença de potencial que é chamado de tensão de toque. Por norma, considera-se que a pessoa esteja a 1 metro do equipamento em que está tocando com a mão. A resistência da terra desde o “pé” da torre até a distância de 1m é representado por R_1 , o restante do trecho da terra é representado pela resistência R_2 . Cada pé em contato com o solo terá uma resistência de contato representado por $R_{contato}$.

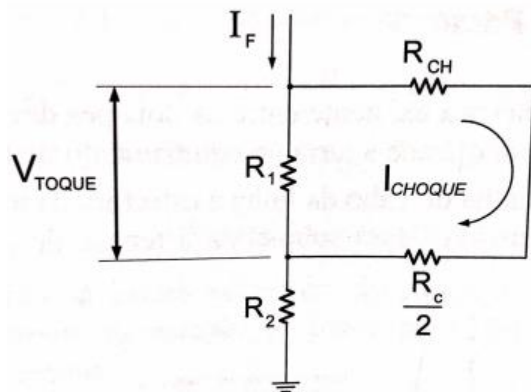
Figura 22 - Tensão de Toque



Fonte: Kindermann (2013, p.16).

A tensão de toque pode ser representada pelo circuito equivalente da Figura 23.

Figura 23 - Circuito Equivalente Tensão de Toque



Fonte: Kindermann (2013, p.17).

Analisando o circuito, verifica-se que a tensão de toque pode ser representada pela fórmula (4):

$$V_{toque} = (R_{corpo\ humano} + (\frac{R_{contato}}{2})) * I_{choque} \quad (4)$$

Segundo Kindermann (2013), a resistência do corpo humano para CA de 50/60 Hz, pele suada, e tensão de toque de até 300V, é em torno de 1000 Ω . Por recomendações da IEEE-80, pode-se considerar que $R_{contato} = 3\rho_{solo}$ (3 vezes a resistividade superficial do solo), portanto a fórmula (4) pode ser expressa pela fórmula (5):

$$V_{toque} = (1000 + (\frac{3 * \rho_{solo}}{2})) * I_{choque}$$

$$V_{toque} = (1000 + 1,5 * \rho_{solo}) * I_{choque} \quad (5)$$

“O aterramento no “pé” da torre só estará adequado se, no instante do curto-circuito monofásico a terra, o valor de tensão de toque ficar abaixo do limite de tensão para não causar fibrilação ventricular, como é indicado na fórmula (6)” (KINDERMANN,2013):

$$V_{toque \text{ máximo}} = (1000 + 1,5 * \rho_{solo}) * (\frac{0,116}{\sqrt{T_{toque}}})$$

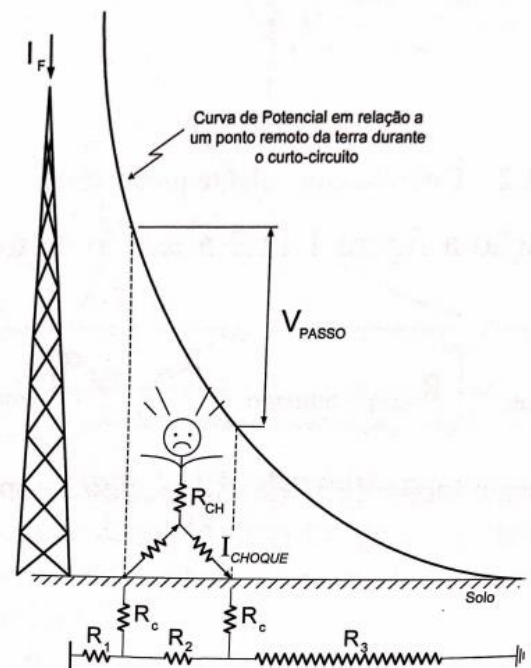
$$V_{toque \text{ máximo}} = (\frac{116 + 0,174 * \rho_{solo}}{\sqrt{T_{toque}}}) [Volts] \quad (6)$$

“Note que a tensão de toque é perigosa, porque o coração está no trajeto da corrente de choque, aumentando o risco de fibrilação ventricular” (KINDERMANN,2013).

2.4.1.1.3.2 Tensão de Passo

“É a tensão elétrica existente entre os dois pés devido à ocorrência de um curto-circuito monofásico a terra no equipamento ou na rede elétrica. No caso de falha do cabo da linha a estrutura da torre, (Figura 24) a pessoa ficará submetida a uma tensão de passo” (KINDERMANN,2013).

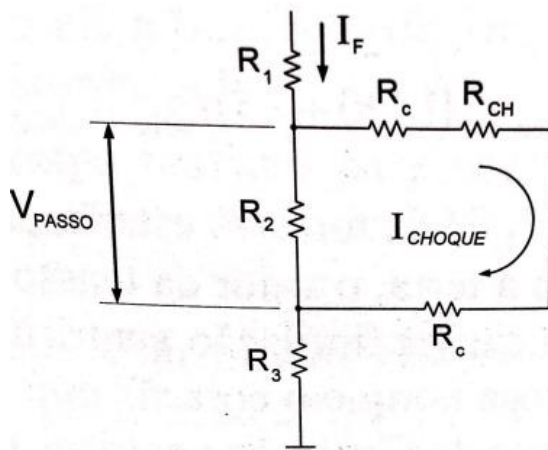
Figura 24 - Tensão de Passo



Fonte: Kindermann (2013, p.18).

Assim como chegou-se em um circuito equivalente na análise da tensão de toque, se pode também chegar a um circuito equivalente na tensão de passo, conforme indicado na Figura 25, levando em conta os mesmos aspectos de normas que foram citados anteriormente.

Figura 25 - Circuito Equivalente Tensão de Passo



Fonte: Kindermann (2013, p.18).

Fazendo a análise do circuito indicado na Figura 25 e levando em conta os pontos citados no tópico anterior, chega-se a fórmula (7):

$$\begin{aligned}
 V_{passo} &= (R_{corpo humano} + 2 * R_{contato}) * I_{choque} \\
 V_{passo} &= (1000 + 2 * 3 * \rho_{solo}) * I_{choque} \\
 V_{passo} &= (1000 + 6 * \rho_{solo}) * I_{choque}
 \end{aligned} \tag{7}$$

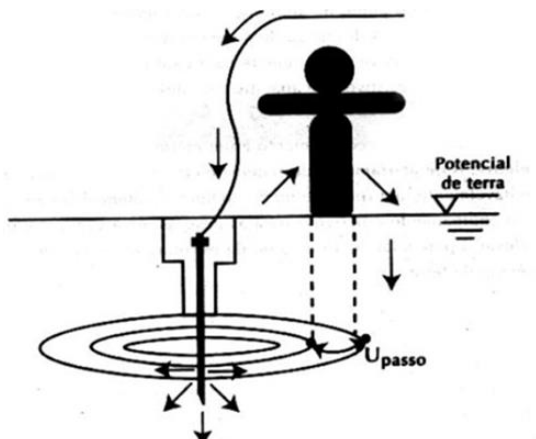
“O aterramento só estará adequado se a pior tensão de passo for menor que o limite de tensão de passo para não causar fibrilação ventricular no ser humano, conforme indicado na fórmula (8):” (KINDERMANN,2013).

$$\begin{aligned}
 V_{passo \text{ máximo}} &= (1000 + 6 * \rho_{solo}) * \left(\frac{0,116}{\sqrt{T_{toque}}} \right) \\
 V_{passo \text{ máximo}} &= \left(\frac{116 + 0,696 * \rho_{solo}}{\sqrt{T_{toque}}} \right) [Volts]
 \end{aligned} \tag{8}$$

Observa-se que a tensão de passo é menos perigosa do que a tensão de toque, pois na tensão de passo o trajeto da corrente elétrica não irá passar pelo coração. Observa-se também que na tensão de passo será gerada zonas de superfícies equipotenciais, conforme indicado na Figura 26 (KINDERMANN,2013).

Se o indivíduo estiver com os dois pés na mesma superfície de potencial, a tensão de passo será igual a zero, não havendo, portanto, a geração do choque elétrico. Por conta disto que se recomenda em situações de descargas atmosféricas ou ainda na presença de cabos de origem elétrica caídos no solo, andar com os pés o mais próximos um do outro possível, para diminuir a diferença de potencial entre os dois pés e consequentemente diminuir a probabilidade de geração de choques elétricos por tensão de passo (KINDERMANN,2013).

Figura 26 - Zonas Equipotenciais Tensão de Passo



Fonte: Pantoja Industrial, 2019.

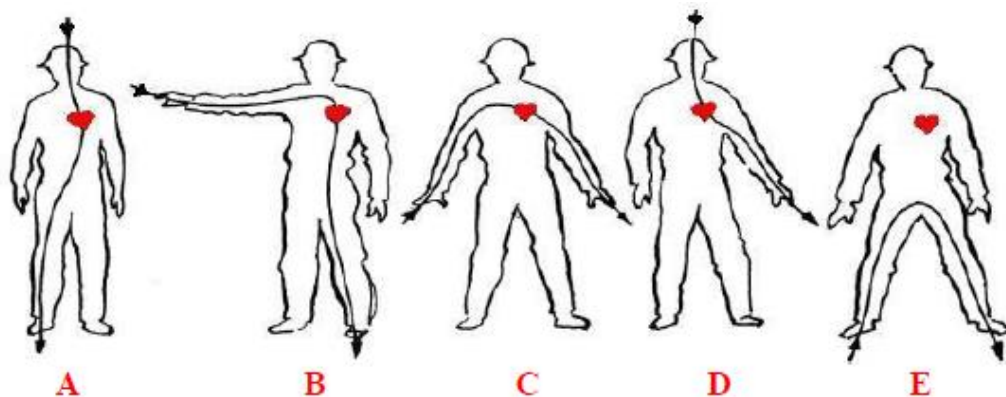
2.4.1.2 Influência do Percurso da Corrente Elétrica no Corpo Humano

A corrente elétrica ao entrar no corpo humano, pode percorrer por diversos caminhos. Normalmente a corrente elétrica irá entrar em um ponto do corpo humano e sair em um segundo ponto do corpo humano (KINDERMANN,2013).

Uma situação que ocasiona um agravante do choque elétrico é quando no meio do percurso que a corrente elétrica irá percorrer pelo corpo humano, encontra-se o coração humano ou ainda o cérebro, pois um pequeno valor de corrente elétrica que passe por esses órgãos citados, pode resultar em morte (KINDERMANN,2013).

Na Figura 27, verifica-se alguns dos possíveis percursos que a corrente elétrica pode tomar ao adentrar no corpo humano. É indicado na Figura 27, tanto casos de choque elétrico ocasionado por tensão de passo quanto casos de choque elétrico ocasionados por tensão de toque, destacando-se o caminho em relação ao coração humano.

Figura 27 - Percursos da Corrente Elétrica no Choque Elétrico



Fonte: Fórum da Construção, 2019.

Na Tabela 2, verifica-se o percentual de corrente em relação a corrente que entrou no corpo humano, que irá passar pelo coração, de acordo com cada trajeto citado na Figura 27.

Tabela 2 - Corrente Equivalente no Coração

Trajeto	Percentual da Corrente no Coração
Da cabeça para o pé direito (A)	9,70%
Da mão direita para o pé esquerdo (B)	7,90%
Da mão direita para a mão esquerda (C)	1,80%
Da cabeça para a mão esquerda (D)	1,80%
Entre os pés (E)	0%

Fonte: Fórum da Construção, 2019.

Entre todos os trajetos citados na Figura 27 e verificando o percentual de corrente que passa pelo coração na Tabela 2, se pode verificar que os choques elétricos mais perigosos, que tendem a causar maiores riscos ao ser humano, são aqueles nos quais a corrente elétrica tende a percorrer trajetos que atravessam o coração humano.

Os piores casos são os trajetos A, B, C e D da Figura 27, ou seja, da cabeça para os pés, da mão esquerda para os pés, de uma mão a outra ou ainda da cabeça para as mãos. Verifica-se que, em todos os percursos citados, o coração se encontra no trajeto, e dependendo da intensidade de corrente elétrica do choque que irá passar pelo órgão poderá acarretar em danos severos à saúde do indivíduo que está em contato com o circuito energizado, podendo, em casos extremos, acarretar em óbito.

2.4.1.3 Efeitos Fisiológicos Decorrente do Choque Elétrico

Os efeitos fisiológicos que serão tratados neste tópico, consideram-se que a origem de corrente do choque elétrico é em CA, a frequência é de 50Hz ou 60Hz, que são as duas frequências usualmente utilizadas em instalações elétricas. Conforme já foi citado anteriormente, a gravidade do choque elétrico, depende de diversas circunstâncias, como o percurso que a corrente elétrica toma ao entrar no corpo humano, a intensidade da corrente elétrica do choque elétrico, o tempo de duração em contato com a fonte de corrente que provocou o choque elétrico, área de contato, pressão de contato, entre outros. Estas circunstâncias irão gerar efeitos diferentes em seres humanos diferentes. Cada pessoa se comporta de maneira diferente ao passar pelos efeitos da circulação de corrente elétrica pelo seu corpo, o choque elétrico.

Na Tabela 3 verifica-se uma das circunstâncias que agravam a situação do choque elétrico em um ser humano. Para cada intervalo de intensidade de corrente elétrica que o ser humano tenha contato direto, irá causar um efeito diferente em seu organismo. Para valores maiores de corrente elétrica, esses efeitos tendem a se agravar, pois o fluxo de partículas de elétrons que estão adentrando em seu corpo é maior, tendendo a causar efeitos maiores.

Tabela 3 - Efeitos Fisiológicos do Choque Elétrico X Intensidade de Corrente Elétrica

Intensidade da corrente elétrica	Efeitos no Ser Humano	Causas
1 a 3 mA	Percepção	A passagem da corrente elétrica provoca formigamento. Não existe perigo.
3 a 10mA	Elettrização	A passagem da corrente elétrica provoca movimentos.
10mA	Tetanização	A passagem da corrente elétrica provoca contrações musculares, agarramentos ou repulsões.
25mA	Parada Respiratória	A corrente elétrica atravessa o cérebro.
25 a 30mA	Asfixia	A corrente elétrica atravessa o tórax
60 a 75mA	Fibrilação Ventricular	A corrente elétrica atravessa o coração.

Fonte: Manual do Trabalho Seguro, 2019.

Alguns dos efeitos fisiológicos ocasionados no corpo humano em decorrência do choque elétrico, são tratados a seguir.

2.4.1.3.1 Tetanização

“A tetanização é a paralisação do músculo causado pela intensa contração muscular devido ao choque elétrico. Mesmo cessado o choque elétrico, o músculo persiste paralisado por certo tempo. Assim, a tetanização é um tipo de câimbra no músculo causado pelo choque elétrico” (KINDERMANN,2013).

2.4.1.3.2 Parada Cardíaca

Segundo Kindermann (2013, p.46):

Parada cardíaca é a total inoperância do funcionamento do coração. Ele está efetivamente parado, o sangue não é mais bombeado, a pressão arterial cai a zero e a pessoa perde os sentidos. Nesse estado as fibras musculares estão inativas, cessando o batimento cardíaco. Entre outras causas, a parada cardíaca pode ocorrer, pelo choque elétrico de grande intensidade em corrente contínua ou alternada, que produz a tetanização das fibras musculares do coração e, conseqüentemente, a parada do coração.

Além da parada cardíaca, pode ser que o indivíduo que teve contato com uma corrente elétrica que acarretou em um choque elétrico, venha a sofrer apenas a parada respiratória, que é a situação em que a vítima não está respirando, ou seja, a parada dos movimentos de inspiração e expiração, porém o batimento cardíaco da vítima se mantém. Pode ocorrer também uma parada cardiorrespiratória, que é a parada respiratória seguida pela parada cardíaca (KINDERMANN,2013). Na

Tabela 4 é indicada a probabilidade de reanimação da vítima versus o tempo decorrido após a parada respiratória, para iniciar o procedimento de respiração artificial que é popularmente conhecido como respiração boca a boca, ou ainda, fazer o uso de um dispositivo chamado ambú, que tem seu princípio de funcionamento através da compressão manual de um balão (KINDERMANN,2013).

Tabela 4 – Probabilidade de Reanimação da Vítima Após uma Parada Respiratória

Tempo decorrido após a parada respiratória, para iniciar a respiração artificial (minutos)	Probabilidade de reanimação da vítima (%)
1	95,00%
2	90,00%
3	75,00%
4	50,00%
5	25%
6	1
8	0,50%

Fonte: Kindermann (2013, p.76).

Pela Tabela 4, percebe-se a verdadeira importância dos primeiros socorros a uma vítima do choque elétrico, pois quanto mais tempo passar após o choque e a vítima ficar desacordada sem a assistência provida pelas técnicas dos primeiros socorros, menor é a probabilidade de reanimação, aumentando as chances de óbito.

2.4.1.3.3 Queimaduras

O corpo humano possui uma certa resistência elétrica, ou seja, uma certa oposição de passagem à corrente elétrica. O valor desta resistência elétrica varia de acordo com condições da pele do indivíduo, condições de umidade, e também varia para diferentes órgãos do corpo humano. Quando a corrente elétrica adentra no corpo humano ela visualiza uma resistência equivalente do ponto de maior potencial para o ponto de menor potencial, que será por onde ela irá sair do corpo humano (KINDERMANN,2013).

Como toda resistência elétrica, no momento que circula um certo fluxo de partículas de elétrons (corrente elétrica), ela tende ao aquecimento, irá dissipar calor por efeito Joule. Portanto, se o corpo humano possui uma resistência equivalente, quando percorrido por uma corrente elétrica, este tenderá a dissipar calor por efeito joule, gerando então um certo aquecimento. A fórmula (9), rege esta propriedade. Este aquecimento, dependendo do valor de corrente elétrica que circula pelo corpo humano no momento em que ocorre o choque elétrico, poderá gerar queimaduras de 1º, 2º ou ainda de 3º graus, sendo que a queimadura de 1º grau é aquela que atinge as camadas superficiais da pele, e a de 3º grau é aquela mais profunda, aquela que atinge todas as camadas da pele, podendo chegar aos ossos (KINDERMANN,2013).

$$E_{calorífica} = R_{corpo humano} * I^2 * t_{choque} \quad (9)$$

“Pela fórmula (9), observa-se que no choque de alta tensão, a corrente é grande. Como o efeito térmico depende da corrente de choque ao quadrado, o seu efeito de queimadura é devastador” (KINDERMANN,2013).

Segundo Kindermann (2013, p.112):

O calor liberado aumenta a temperatura da parte atingida do corpo humano, podendo produzir vários efeitos e sintomas, que podem ser:

- Queimaduras de 1º, 2º ou 3º graus nos músculos do corpo;
- Aquecimento do sangue, com sua consequente dilatação;
- Aquecimento podendo provocar o derretimento dos ossos e cartilagens.

As condições acima não acontecem individualmente, mas sim, associadas, advindo, em consequência, outras causas e efeitos nos demais órgãos, comprometendo o funcionamento do corpo humano.

2.4.1.3.4 Fibrilação Ventricular

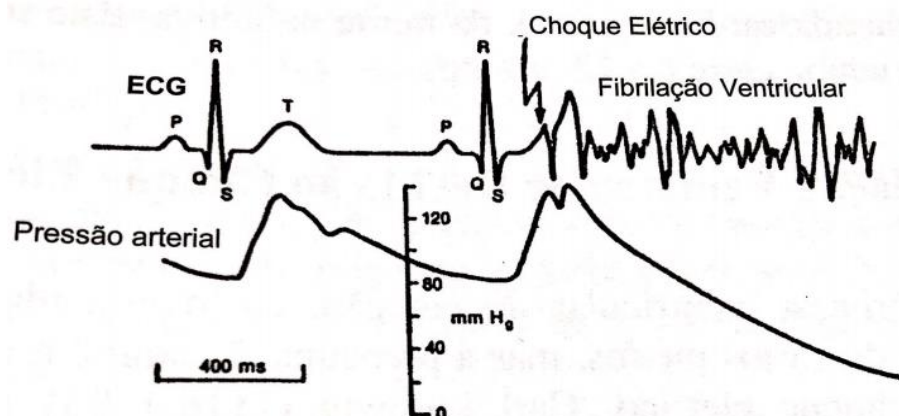
Uma das grandes consequências geradas por choques elétricos em baixa tensão (BT) é a fibrilação ventricular do coração humano. A fibrilação ventricular do coração pode ocorrer quando há o contato do coração humano com uma corrente elétrica externa. No ciclo cardíaco do ser humano há uma janela vulnerável, conforme indicado anteriormente na Figura 16, esta janela vulnerável está situada aonde ocorre a onda T, que é quando está acontecendo a repolarização das fibras musculares dos ventrículos. É nesta janela vulnerável do ciclo cardíaco que ao ter uma densidade de corrente elétrica percorrendo o coração humano pode ocorrer a fibrilação ventricular (KINDERMANN,2013).

Segundo Kindermann (2013, p.46):

Na fibrilação ventricular do coração, as fibras musculares dos ventrículos ficam tremulando desordenadamente, tendo como consequência, uma total ineficiência no bombeamento do sangue, a pressão arterial cai à zero, e concomitantemente, dá-se a parada respiratória, e a vítima desfalece. A vítima desfalecida, não tem batimento cardíaco e nem respiração, esse estado é conhecido como morte aparente.

Na Figura 28, verifica-se um eletrocardiograma com as ondas P, QRS e T bem definidas. No momento em que o choque elétrico ocorre, percebe-se que ocorre a fibrilação ventricular, ou seja, o coração perde o seu sincronismo, com isto a pressão arterial do indivíduo que está sofrendo o choque elétrico, tende a zero, ficando sem alguma circulação de sangue pelo seu corpo.

Figura 28 - Eletrocardiograma e Pressão Arterial do Coração em Fibrilação Ventricular



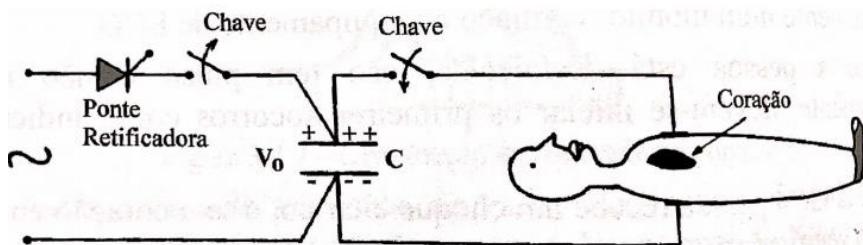
Fonte: Kindermann (2013, p.47).

Quando um indivíduo que esteja manipulando uma rede BT, que tenha sofrido um choque elétrico, ficar desfalecido, deve-se desconfiar que o coração esteja em fibrilação ventricular, pois, sem instrumentos médicos, é praticamente impossível distinguir uma parada cardíaca de uma fibrilação ventricular (KINDERMANN,2013).

A fibrilação ventricular é irreversível espontaneamente, faz-se necessário o uso do desfibrilador elétrico para eliminar a fibrilação, de modo a fazer o coração retornar ao seu ritmo normal de funcionamento (KINDERMANN,2013).

Na Figura 29, observa-se o circuito elétrico fundamental de um desfibrilador elétrico.

Figura 29 - Desfibrilador Elétrico



Fonte: Kindermann (2013, p.56).

O funcionamento do desfibrilador elétrico inicia-se no carregamento do capacitor (C) e logo em seguida sua descarga é feita de modo que a sua corrente unidirecional passe através do coração, deixando a carga das fibras musculares cardíacas zeradas (KINDERMANN,2013).

Estando todas as fibras no mesmo nível de potencial, o processamento bioquímico de repolarização das fibras na onda T ocorre de maneira sincronizada, assim todas repolarizações ocorrem juntas e o sincronismo de todas fibras fica reestabelecido (KINDERMANN,2013).

Após estar todas as fibras sincronizadas, elas passam a obedecer ao sinal cadenciado emitido pelo Nódulo Sino Atrial (NSA), e o coração restabelece o seu ritmo cardíaco (KINDERMANN,2013).

2.4.1.4 Principais Riscos do Choque Elétrico em AT

O choque elétrico em alta tensão elétrica (AT), acarreta danos severos, como a queima ou ainda carbonização de órgãos internos e externos presentes no corpo do ser humano, podendo fazer buracos por onde entrar e por onde sair do corpo humano.

As vítimas do choque elétrico em alta tensão falecem por conta principalmente das queimaduras severas. As que sobrevivem ficam com sequelas como a perda da massa muscular, perda parcial de ossos, diminuição e atrofia muscular, entre outros (KINDERMANN,2013).

2.4.2 Arco Elétrico

Segundo Fuckner, Hayashi e Misumoto (2012, p. 57):

Toda vez que ocorre a passagem de corrente elétrica pelo ar ou por outro meio isolante está ocorrendo um arco elétrico, conforme indicado na Figura 30. O arco elétrico, quando gerado em baixa tensão, é uma ocorrência de curta duração e muitos são tão rápidos que o olho humano não chega a perceber.

Na Figura 30, é ilustrado um arco elétrico gerado em alta tensão (AT), onde o patamar de aquecimento alcançado pode chegar a temperaturas de 20000°C.

Figura 30 - Arco Elétrico em AT



Fonte: Dicas em Eletricidade, 2019.

2.4.3 Campos Eletromagnéticos

Segundo Fuckner, Hayashi e Misumoto (2012, p. 59):

Os efeitos dos campos eletromagnéticos, quando muito intensos, podem ocorrer disfunções em implantes eletrônicos como o marca passo, além da circulação de correntes em próteses metálicas, a ponto de provocar aquecimento. Também merece atenção a indução elétrica. Esse fenômeno pode ser particularmente importante quando há diferentes circuitos próximos uns dos outros no mesmo eletroduto.

A influência de campos eletromagnéticos nos riscos em eletricidade é de extrema importância, visto que campos eletromagnéticos podem induzir uma corrente elétrica em materiais condutores que estiverem dentro do campo de atuação deste.

Pode-se, teoricamente, pensar que um determinado circuito está desenergizado, pois o seu disjuntor de proteção está seccionado. Porém, se os condutores deste circuito estiverem alocados em um mesmo eletroduto que tenha um outro circuito com condutores que estejam energizados e com uma determinada corrente elétrica passando através deste, então terá ao seu redor a criação de um campo eletromagnético, que na aproximação deste circuito com o outro circuito que o seu disjuntor estava inicialmente seccionado, poderá então ocorrer a indução eletromagnética, que é a indução de uma corrente elétrica nos condutores do circuito que estava desenergizado. Portanto, quando um indivíduo vier a tocar nos condutores do circuito seccionado, poderá vir a sofrer um acidente de origem elétrica por conta da indução eletromagnética.

2.4.4 Riscos Adicionais

Os riscos adicionais são riscos que não dependem do fator elétrico, porém nos serviços de origem elétrica normalmente estão presentes e podem acarretar em acidentes, gerando danos físicos ao ser humano ou ainda danos materiais.

De acordo com a Norma Regulamentadora número 10 (NR 10), regulamentada pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), são considerados riscos adicionais todos os demais grupos ou fatores de risco, além dos elétricos, específicos de cada ambiente ou processos de trabalho que, direta ou indiretamente, possam afetar a segurança e a saúde no trabalho.

De acordo com a NR 10, são exemplos de riscos adicionais os riscos de altura, riscos de ambientes confinados, riscos de áreas classificadas, riscos de umidade e também riscos provenientes de condições atmosféricas.

3 TIPOS DE ACIDENTES

Neste capítulo serão apresentados os principais tipos de acidentes acarretados por fatores elétricos nas instalações elétricas.

3.1 CAUSA DIRETA

Os acidentes de origem elétrica de causa direta, podem ocorrer tanto por contato direto com circuitos energizados, quanto pelo contato indireto, onde tal circuito ou eletrodoméstico teoricamente não deveria apresentar nenhum tipo de risco ao ser humano, porém por alguma falha de isolamento, estes riscos acabam por ficar em exposição (FUCKNER et al. 2012, p. 55).

Segundo Fuckner, Hayashi e Misumoto (2012, p. 70):

Contatos diretos – consistem no contato com partes metálicas normalmente sob tensão (partes vivas).

Contatos indiretos – consistem no contato com partes metálicas normalmente não energizadas (massas), mas que podem ficar energizadas devido a uma falha de isolamento. O acidente mais comum a que estão submetidas as pessoas, principalmente aquelas que trabalham em processos industriais ou desempenham tarefas de manutenção e operação de sistemas industriais, é o toque acidental em partes metálicas energizadas, ficando o corpo ligado eletricamente sob tensão entre fase e terra.

O contato direto é o caso onde existe o contato de forma direta entre o indivíduo e o circuito sob tensão normal de uso, ou ainda um nível de tensão que acarrete riscos ao ser humano (FUCKNER et al. 2012, p. 70).

Já o contato indireto é o caso onde ocorre o contato com a massa do equipamento (carcaça metálica, normalmente) e esta carcaça está com alguma falha no seu isolamento, o risco de origem elétrico portanto, fica exposto ao ser humano (FUCKNER et al. 2012, p. 70).

Acidentes de origem elétrica por contato direto são considerados mais graves, visto que ocorrem por conta do contato direto com o circuito alimentado. Na maioria dos casos o contato direto com o circuito alimentado é ocasionado pela ineficiência do isolamento, falha do isolamento, ruptura do isolamento ou até pela inexistência do isolamento (FUCKNER et al. 2012, p. 70).

3.2 CAUSA INDIRETA

Os acidentes de origem elétrica ocasionados por causa indireta, são acidentes originados principalmente por conta de descargas atmosféricas.

3.2.1 Descargas Atmosféricas

O acidente de causa indireta por descargas atmosféricas é caracterizado por descargas de correntes de natureza impulsiva de vários kA da nuvem para o solo, solo para nuvem, ou ainda entre nuvens, originadas por fenômenos naturais (CREDER, 2014).

Na ocorrência deste fenômeno, quando o seu percurso ocorre entre nuvens e terra, as pessoas, os animais, a rede elétrica e as estruturas prediais em geral localizadas na terra podem ser atingidos, sofrendo vários danos.

Além disso, as descargas atmosféricas provocam surtos de tensão induzidos (indiretos) ou diretos (CREDER, 2014).

Os surtos indiretos acontecem quando as descargas atmosféricas atingem as linhas de transmissão, linhas de distribuição de energia, incidem diretamente em árvores, estruturas ou ainda no solo. As ondas eletromagnéticas originadas pela corrente elétrica que circula no canal da descarga atmosférica se propagam pelo meio (geralmente o ar), induzindo corrente elétrica e, por conseguinte, tensões nos condutores metálicos que estejam em seu raio de alcance (CREDER, 2014).

Já os surtos diretos acontecem na situação em que uma descarga atmosférica incide diretamente sobre uma edificação ou ainda sobre pontos muito próximos a esta. Todos os elementos metálicos existentes nesta região e o eletrodo de aterramento ficam submetidos a níveis diferentes de tensão por frações de segundo. Essas diferenças de tensão vão gerar correntes de surto que poderão circular por diversos pontos da estrutura, principalmente pela instalação elétrica, podendo causar prejuízos grandes, por conta principalmente da tensão transitória, que irá percorrer pela rede interna das edificações (CREDER, 2014).

3.3 SOBRECARGA EM CIRCUITOS

Todos os circuitos elétricos de uma edificação qualquer são dimensionados para uma certa potência elétrica máxima de utilização. Esta potência máxima irá delimitar qual a seção transversal (bitola) do condutor que deverá ser utilizado para este circuito e ainda qual

será a corrente nominal do disjuntor que irá fazer a proteção de curto circuito e de sobrecarga para o circuito em questão.

A sobrecarga em circuitos elétricos nada mais é do que a alimentação de diversas cargas em um mesmo circuito, cuja potência deste circuito não tenha sido dimensionada para tal. Por exemplo, suponha que um circuito foi dimensionado para uma potência elétrica de 4400VA, conseqüentemente para uma tensão de 220V este circuito apresentará um consumo máximo de corrente de 20A. Se for adicionado a este circuito uma potência acima de 4400VA ou ainda um eletrodoméstico que tenha um consumo de corrente elétrica acima de 20A, então este circuito estará sobrecarregado (CREDER, 2014).

A sobrecarga de circuitos elétricos acontece muito nas edificações, as vezes por desconhecimento do usuário final. A sobrecarga de circuitos elétricos, tende a acontecer principalmente nas residências cujas instalações são mais antigas. Antigamente não era comum ter tantos eletrodomésticos em casa como se tem hoje em dia.

As residências e apartamentos mais antigos, na maioria dos casos, possuem um número de tomadas de corrente por cômodo muito baixo. Com o avanço tecnológico, hoje em dia, o ser humano depende muito da fonte de energia elétrica, portanto, demanda de mais pontos de corrente. A solução mais fácil e simples do dia a dia é ir a uma loja de materiais de construção e fazer a compra de adaptadores, extensões elétricas, ou ainda benjamins para aumentar a quantidade de pontos de tomadas de correntes disponíveis para uso em um determinado cômodo. Um destes dispositivos comercializados no mercado está indicado na Figura 31.

Figura 31 – Adaptador T – Benjamim Universal



Fonte: Novo Mundo, 2019.

O uso destes dispositivos em instalações elétricas, são indícios de que uma determinada residência está mal dimensionada, pois não há a disponibilidade de um número de tomadas mínimo suficiente para uso de maneira segura para a quantidade de eletrodomésticos em uso existentes nesta residência, o mais indicado neste caso, seria redimensionar os circuitos

elétricos com o auxílio de uma mão de obra competente, sempre visando os aspectos presentes nas normas vigentes.

Um outro dispositivo utilizado por usuários finais de energia elétrica é o adaptador para tomada. O adaptador de tomada é o dispositivo responsável por fazer a adequação entre o plugue do equipamento e a tomada que se deseja conectá-lo. Um dos grandes problemas em utilizar este dispositivo é o fato de muitos deles estarem sendo comercializados sem o selo do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, o INMETRO, que faz a certificação do mesmo. Estes dispositivos, muitas das vezes, não seguem os critérios de segurança das normas vigentes.

Os adaptadores são facilmente encontrados para compra, em qualquer loja de materiais elétricos, e estão à disposição uma infinidade de modelos diferentes de adaptadores. Um dos modelos que mais preocupa é o modelo que faz a adaptação entre o plugue macho do equipamento de 3 pinos para uma saída do adaptador com 2 pinos, conforme indicado na Figura 32, ou seja, elimina o aterramento do equipamento. Se o equipamento possui o terceiro pino é porque ele realmente necessita do aterramento, seja para correto funcionamento de acordo com o projeto do produto pelo fabricante, ou ainda pela segurança pessoal ao ter contato com o equipamento energizado.

Figura 32 - Adaptador de Tomada



Fonte: Escritório Total, 2019.

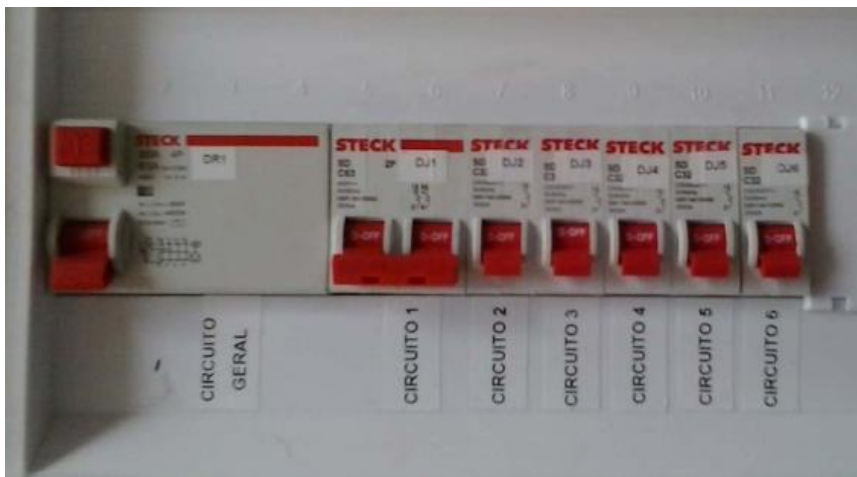
Segundo Fuckner, Hayashi e Misumoto (2012, p. 131):

A sobrecarga na rede elétrica, através da instalação de vários equipamentos numa mesma tomada, é um risco potencial. Muita atenção deve ser dada ao uso do conhecido “T”, também chamado de benjamim.

Os disjuntores e fusíveis funcionam como proteção aos circuitos elétricos. Eles desarmam e cortam a corrente em caso de sobrecarga. Precisam estar bem dimensionados e nunca devem ser travados, para evitar que se desarmem, nem substituídos por arames ou fios.

O dispositivo instalado em uma instalação elétrica que faz a proteção de sobrecarga é o disjuntor termomagnético. Este componente normalmente fica localizado no QD (Quadro de Distribuição) da edificação. O quadro de distribuição (QD), deve ter a sinalização dos circuitos, para o usuário saber a qual circuito pertence cada um dos disjuntores. Na Figura 33, é exemplificado um QD com esta sinalização dos circuitos. A sinalização dos circuitos é uma medida de segurança tanto para o usuário final da residência e também para o eletricitário que irá fazer algum serviço de manutenção nas instalações elétricas desta residência em questão (CREDER, 2014).

Figura 33 - Sinalização de Circuitos no QD



Fonte: Mabitec, 2019.

No dimensionamento de circuitos elétricos, é feita a divisão de 3 tipos de circuitos distintos (NBR 5410, 2004).

O primeiro deles, é o circuito de iluminação, que é o circuito dedicado para cargas que irão prover a iluminação da edificação (NBR 5410, 2004).

O segundo tipo de circuito, é o circuito de TUG's, que são tomadas de uso geral. É o tipo de circuito dedicado para uso de diversas tomadas cuja a potência é baixa (conforme a NBR 5410, cada TUG possui uma potência de até 600VA para critérios de dimensionamento das instalações).

Já o terceiro tipo de circuito são as TUE's, que são tomadas de uso específico. É o tipo de circuito dedicado para cargas de potências elétricas elevadas (geralmente a corrente destas cargas excede o consumo de corrente de 10A). Neste tipo de circuito, um único disjuntor termomagnético, irá fazer a proteção de curto circuito e de sobrecarga de uma única tomada de corrente, conseqüentemente de uma única carga (NBR 5410, 2004).

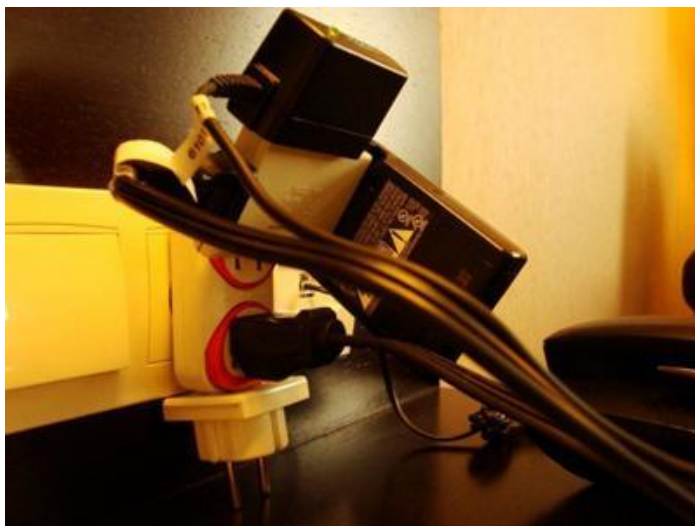
O que acontece normalmente nas instalações elétricas antigas é a deficiência da existência desta divisão de circuitos.

Hoje em dia existem diversos eletrodomésticos que facilitam o dia a dia das pessoas, como máquinas de lavar, aquecedores de ambientes, ar condicionado, forno elétrico, chuveiro elétrico, torneira elétrica. Todos estes eletrodomésticos citados deveriam, por norma, ter uma tomada de uso específico para o seu correto funcionamento.

Estes circuitos de tomadas de uso específicos devem ser dimensionados de acordo com a potência exigida por cada dispositivo. Porém, é comum verificar que usuários alimentem estes eletrodomésticos em qualquer ponto de tomada de corrente de sua residência, sem se atentar ao fato de poder gerar sobrecarga neste circuito que está sendo utilizado. Essa atitude pode provocar, dependendo o caso, uma grande sobrecarga ao ponto de em certos casos, gerar princípios de incêndios.

A sobrecarga é ocasionada pela grande potência solicitada de uma tomada de corrente final em relação ao circuito elétrico que está alimentando-a. Uma situação que deve ser evitada, é a indicada na Figura 34, aonde faz-se o uso de um benjamim para fazer a conexão de dispositivos elétricos diferentes, cujo o somatório das potências elétricas destes dispositivos pode ultrapassar a potência dimensionada para o circuito desta tomada de corrente elétrica e acarretar em sobrecargas nas instalações elétricas.

Figura 34 - Uso de Benjamim



Fonte: DomTotal, 2019.

Ao solicitar a mão de obra para uma determinada manutenção em uma instalação elétrica qualquer, é primordial a contratação de uma mão de obra qualificada para tal.

A intervenção indevida nas instalações elétricas ocorre diariamente nos ambientes residenciais. Uma situação rotineira, é a troca de disjuntores termomagnéticos nos quadros de distribuição residencial por um novo com um valor de corrente nominal maior, por conta de sucessivas aberturas deste dispositivo de proteção.

A corrente do disjuntor limita o máximo de corrente que poderá passar pelo circuito, consequentemente, limita a corrente que poderá passar pelo condutor deste circuito. Ao trocar apenas o disjuntor, instalando um novo, com um valor de corrente maior, isto permitirá que pelo mesmo cabo instalado poderá passar uma nova corrente elétrica, que será maior. Neste caso, esta nova corrente, poderá passar da corrente máxima que o cabo naquela seção transversal foi projetado, portanto, o limite térmico da isolação do cabo será alcançado, comprometendo a sua capa protetora, por conta disto, pode ser estabelecido um curto circuito entre os condutores fase e neutro ou ainda entre fases distintas, podendo acarretar no início de um incêndio.

3.4 MAU CONTATO EM CONEXÕES

Maus contatos podem ser ocasionados por diversos motivos, entre eles podem ser citados os maus contatos gerados por emendas nos condutores feitas de forma incorreta ou com um aperto mecânico indevido, mau contato gerado por aperto incorreto ou insuficiente nos parafusos de conexão elétrico dos componentes, conexões com corrosão ou ainda oxidada, falha nos componentes elétricos, falta de manutenções preventivas e principalmente pela falha da mão de obra contratada para execução do projeto (CREDER, 2014).

Os maus contatos nas instalações elétricas geram um ponto de resistência elétrica nas instalações. Os condutores e os componentes elétricos não deveriam apresentar uma resistência elétrica por conta de maus contatos. Esta resistência elétrica em série com o circuito, acarreta em uma queda de tensão no circuito, diminuindo consequentemente a tensão de alimentação no ponto de tomada de corrente deste circuito. Por ter uma queda de tensão em uma resistência elétrica, será gerado neste ponto de mau contato um aquecimento, este aquecimento dependendo do nível de temperatura atingida, poderá ser o princípio de um incêndio (CREDER, 2014).

Uma ferramenta que vem sendo bastante difundida nos dias atuais para a verificação de pontos de aquecimento ocasionados por maus contatos nas instalações elétricas é a termografia.

A termografia é um método de inspeção usado nas manutenções preventivas, ela pode ser usada para detectar pontos nas instalações elétricas que estejam dissipando calor. Esse aquecimento excessivo pode levar ao consumo excessivo de energia elétrica, deterioração de componentes elétricos, danos ao equipamento conectado ao circuito, interrupção da alimentação do circuito e até princípios de incêndios. Na Figura 35 é indicado um equipamento que é capaz de fazer a análise termográfica das instalações elétricas (FLIR, 2019).

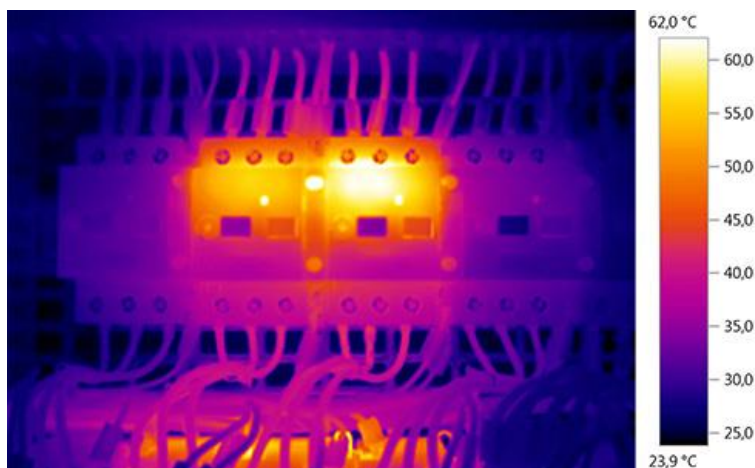
Figura 35 - Câmera Termográfica



Fonte: FLIR, 2019.

Este equipamento citado anteriormente na Figura 35 é capaz de gerar imagens, que indicam através de uma escala de cores, quais os pontos de aquecimento nas instalações elétricas que demandam de uma atenção maior e consequentemente manutenções corretivas. Na Figura 36, é indicada uma imagem gerada por uma câmera termográfica.

Figura 36 - Análise Termográfica



Fonte: DSW Soluções Industriais, 2019.

Como percebe-se pela Figura 36, os circuitos que estão com uma cor mais avermelhada à branca, de acordo com a escala indicada na figura, são os pontos que estão apresentando aquecimento. Este aquecimento pode ter sido ocasionado por conta de maus contatos nos terminais conectados ao contato elétrico do dispositivo de proteção do quadro de distribuição.

Os pontos de maior temperatura são prejudiciais às instalações elétricas, pois cada um dos componentes dimensionados possuem um limite de temperatura máximo que irá ter o seu funcionamento normal e seguro. Acima do patamar de temperatura de um determinado componente presente nas instalações elétricas, a segurança torna-se a ficar comprometida. Por exemplo, de acordo com a NBR 5410, um condutor com isolamento PVC, a temperatura máxima de trabalho é 70°C, acima desta temperatura o cabo não terá a mesma capacidade de condução elétrica e poderá ocorrer a ruptura do material dielétrico.

3.5 MAU DIMENSIONAMENTO DE COMPONENTES

Quando se faz o dimensionamento das instalações elétricas de uma residência, de um apartamento ou ainda de uma edificação como um todo, normas de dimensionamento devem ser seguidas. A principal delas quando tratamos das instalações elétricas em baixa tensão é a NBR 5410, que trata sobre todos os aspectos das instalações com alimentação em baixa tensão (CREDER, 2014).

A norma brasileira de regulamentação é o documento estabelecido por unanimidade, aprovado por um organismo reconhecido. No caso, as NBR's são aprovadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que fornece uma série de regras, diretrizes ou ainda as características mínimas para uma determinada atividade ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau de ordenação em um dado contexto. Dessa forma, é possível oferecer uma interpretação mais formal sobre a prevenção dos acidentes de origem elétrica (CREDER, 2014).

Outra norma muito importante para o dimensionamento de componentes e das instalações como um todo, é seguir as normativas da Norma Regulamentadora número 10, popularmente conhecida como NR 10, que é a norma que trata sobre a segurança em instalações e serviços em eletricidade.

O seguimento de todas as normas pertinentes às instalações, em conjunto com uma mão de obra qualificada, autorizada e competente, irá diminuir as probabilidades de ocorrências de mal dimensionamento de componentes presentes às instalações.

Um componente mau dimensionado, pode comprometer a segurança de uma instalação elétrica como um todo.

3.6 USO INDEVIDO DO MATERIAL FERRAMENTAL

Entende-se como material ferramental, toda ferramenta que um eletricitário utiliza no seu dia a dia. Podem ser citadas como material ferramental, ferramentas básicas como a chave de fenda, chave philips, alicate universal, alicate de corte diagonal, alicate de bico, alicate decapador, alicate crimpador, etc.

Um cuidado fundamental que um eletricitário deve se atentar quando for fazer a aquisição de uma nova ferramenta é a classe de isolamento desta. A classe de isolamento indica ao usuário até qual tensão elétrica esta ferramenta poderá ser utilizada sem apresentar rupturas no seu material dielétrico (ruptura do material isolante). Outra questão que o profissional deve se atentar sempre antes de começar qualquer serviço de origem elétrica são as condições que se encontram suas ferramentas, se estão em bom estado de uso, se não irão apresentar riscos para a sua saúde e integridade física.

3.7 ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES COM ELETRICIDADE

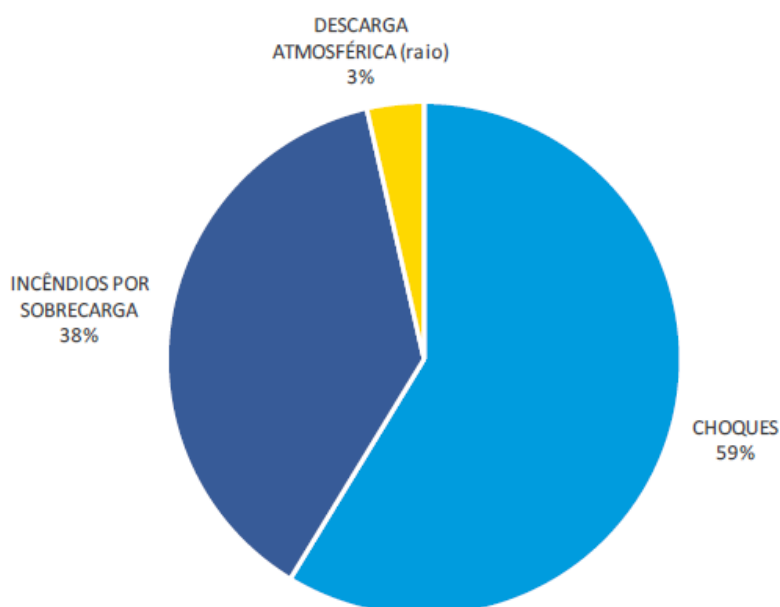
Para verificar a real seriedade dos acidentes de origem elétrica, será apresentado a seguir as estatísticas de acidentes no ano de 2018. Foi tomado como referência o último anuário estatístico da ABRACOPEL (Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade) publicado no ano de 2019, que tem como base o ano de 2018. A ABRACOPEL faz o seu levantamento de dados através das notícias publicadas nas mídias sociais de comunicação, como televisão, rádio, internet, etc. (ABRACOPEL, 2018).

Acredita-se que o índice de acidentes absoluto reais seja muito maior do que os publicados em seu anuário, por conta de que nem todos os acidentes são divulgados pelas empresas ou por usuários finais de energia elétrica que tenham sofrido algum tipo de acidente ou ainda por profissionais autônomos atuantes na área (ABRACOPEL, 2018).

3.7.1 Estatística de Acidentes de Origem Elétrica no Brasil

Segundo o anuário estatístico da ABRACOPEL, do ano de 2019, com ano base de 2018, nesse mesmo ano foram registrados 1424 acidentes de origem elétrica no Brasil. 59% destes acidentes foi ocasionado por choque elétrico, 38% destes acidentes foram ocasionados por conta de sobrecarga em circuitos elétricos que acarretaram em um incêndio, e por fim, 3% foram causados por conta de descargas atmosféricas, conforme indicado no Gráfico 5 (ABRACOPEL, 2018).

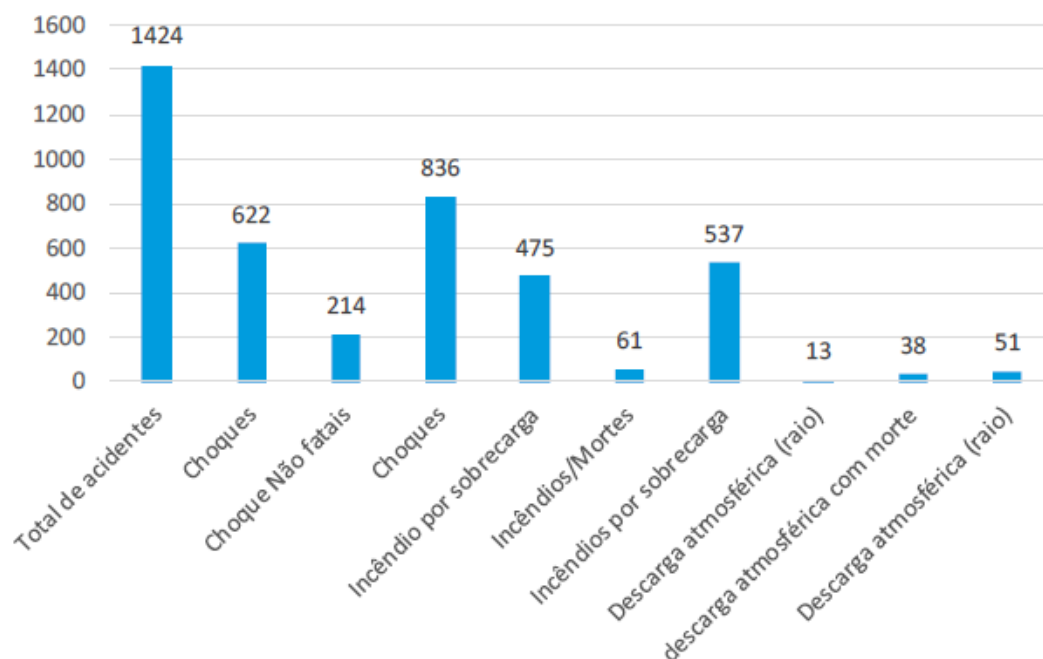
Gráfico 5 - Dados Gerais de Acidentes de Origem Elétrica–Porcentagem Por Tipo



Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2018, p. 28).

Em relação ao número de acidentes de 1424 casos, no ano de 2018, é contabilizado neste total o número de acidentes fatais e também os acidentes não fatais. Segundo o anuário estatístico produzido pela ABRACOPEL, dos 1424 casos de acidentes, 836 casos foram provocados por conta de choque elétrico, no qual 622 casos foram acidentes ocasionados por choque que levaram a vítima a óbito. Do total de acidentes ocasionados no ano de 2018, 537 casos foram provocados por incêndios ocasionados por conta de sobrecarga nos circuitos das instalações elétricas, na qual 61 pessoas vieram a óbito. Do total de 1424 acidentes no ano de 2018, 51 foram provocados por conta de descargas atmosféricas, na qual levaram a óbito 38 vítimas, como indicado no Gráfico 6 (ABRACOPEL, 2018).

Gráfico 6 - Casos de Acidentes Fatais e Não fatais no Ano de 2018



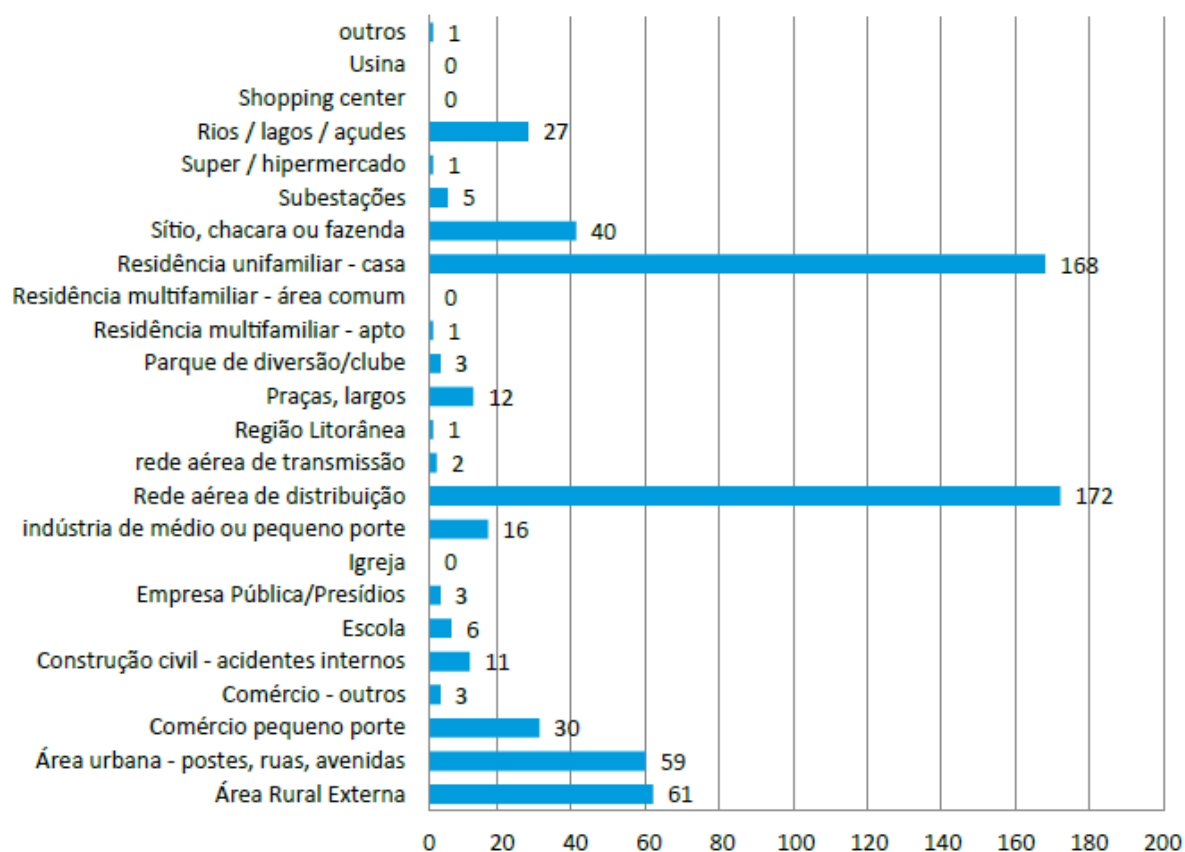
Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2018, p. 28).

O total de vítimas fatais no ano de 2018, de acordo com a ABRACOPEL, foram então 622 casos de choque elétrico, 61 casos de incêndios provocados por sobrecarga nos circuitos e 38 casos acarretados por conta de descargas atmosféricas, portanto, um total de 721 casos de vítimas que vieram a óbito por conta de acidentes de origem elétrica.

Como percebe-se pelos Gráfico 5 e Gráfico 6, o tipo de risco que tem maiores índices de ocorrências de acidentes fatais, é portanto o choque elétrico.

Os locais que apresentaram um maior índice de óbito ocasionado por conta do acidente de origem elétrico pelo risco de choque elétrico foram as residências unifamiliares, as casas brasileiras. Dos 622 casos de choque elétrico que provocaram o óbito à vítima, citado anteriormente, 168 casos foram ocasionados dentro de suas próprias residências, como nota-se no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Morte por Choque Elétrico por Tipo de Edificação no Brasil



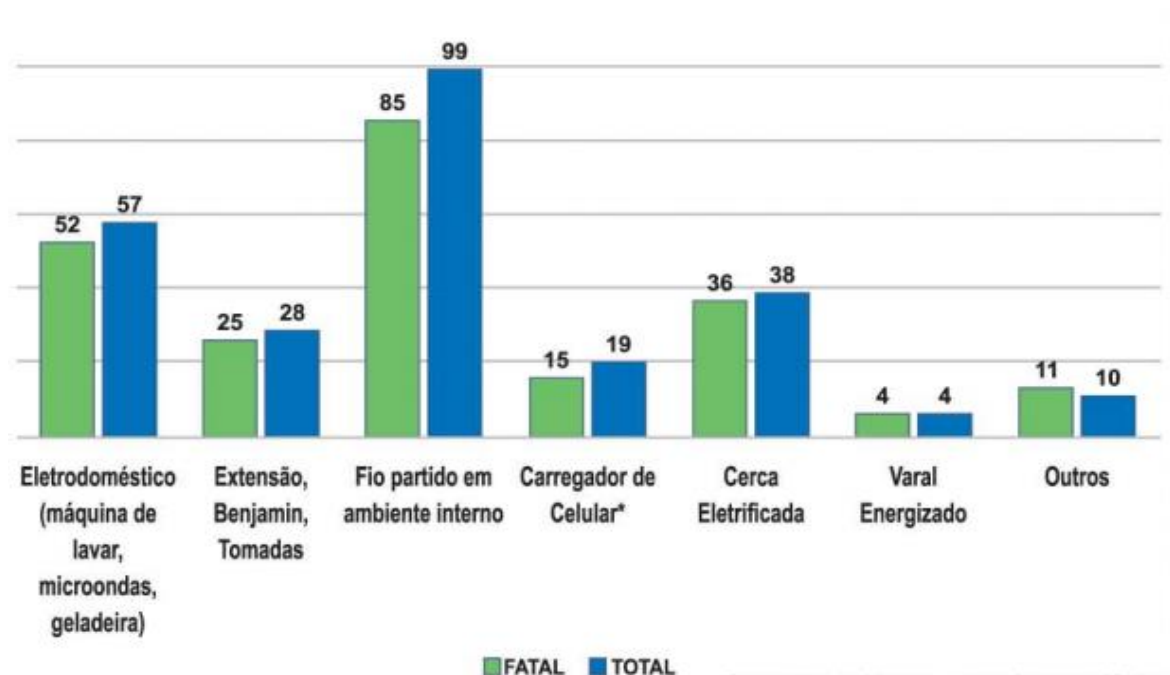
Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2018, p. 32).

Ou seja, os ambientes residenciais familiares (fazendo-se a somatória de unifamiliar + multifamiliar + sítios e fazendas) registraram 209 mortes por conta de choque elétrico no ano de 2018 (ABRACOPEL, 2018).

No cenário residencial, os fatores para a geração do choque elétrico são diversos, desde choques ocasionados nas carcaças dos equipamentos por conta de uma deficiência do aterramento de proteção ou inexistência do mesmo, até condutores elétricos com deficiência no isolamento, ficando um ponto vivo, energizado, nas instalações elétricas, aumentando assim as probabilidades de um acidente.

Segundo a ABRACOPEL, no ano de 2019, os maiores causadores de mortes, por conta do choque elétrico, nos ambientes residências, são ilustrados no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Acidentes por choque elétricos nas residências em 2019

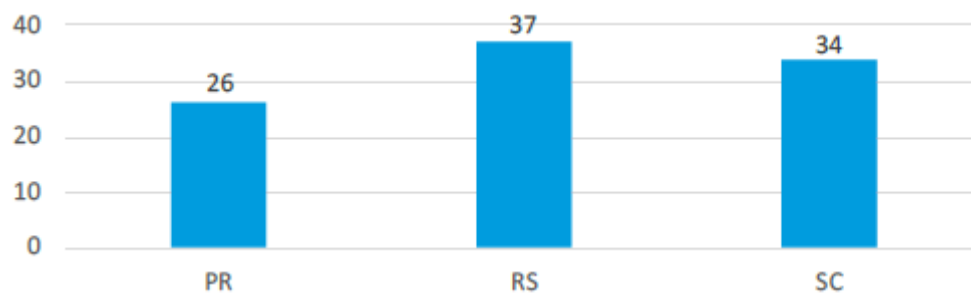


Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2019, p. 37).

Entre todos os fatores nos ambientes residenciais, o fio partido é o campeão absoluto, neste item se enquadram os acidentes ocorridos dentro de residências, envolvendo toque em cabos energizados, como tomadas sem tampas, cabos sem isolamento, etc., porém não existe detalhamento, então são enquadrados neste item. Quando os acidentes detalham evidenciando que houve toque em extensões, benjamins (T's) e tomadas, mesmo tendo sido um fio partido, o dado é computado neste item.

Na região sul do Brasil, segundo o anuário estatístico da ABRACOPEL, foram 97 casos de acidentes provocados por choque elétrico que acarretaram à vítima a perda de sua vida, conforme indicado no Gráfico 9 (ABRACOPEL, 2018).

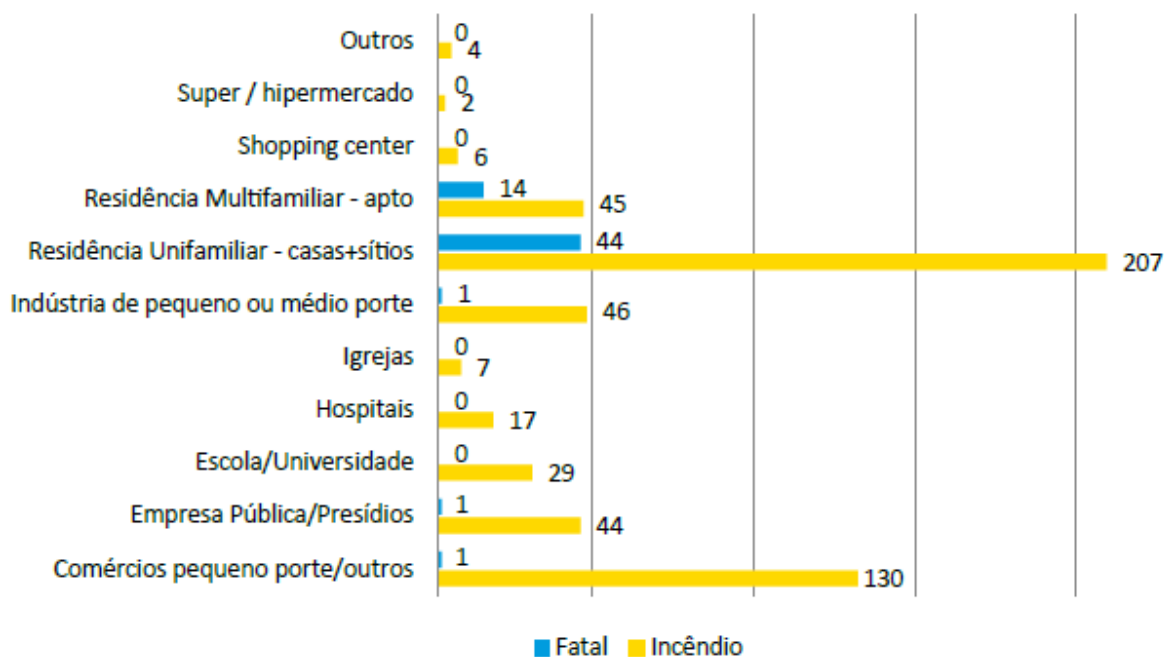
Gráfico 9 - Acidentes Fatais Provocados por Choque Elétrico na Região Sul do Brasil



Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2018, p. 31).

Tratando sobre o risco de incêndios por sobrecarga nos circuitos elétricos, os índices de acidentes no cenário residência é tão preocupante quanto no cenário do risco do choque elétrico. De acordo com a ABRACOPEL, foram registrados em 2018, 207 casos de incêndios provocados com sobrecargas nos circuitos elétricos nas residências unifamiliares, acarretando em 44 casos de vítimas fatais por conta do risco citado anteriormente, como indicado no Gráfico 10.

Gráfico 10 - Incêndios por Sobrecarga de Acordo com o Tipo de Edificação

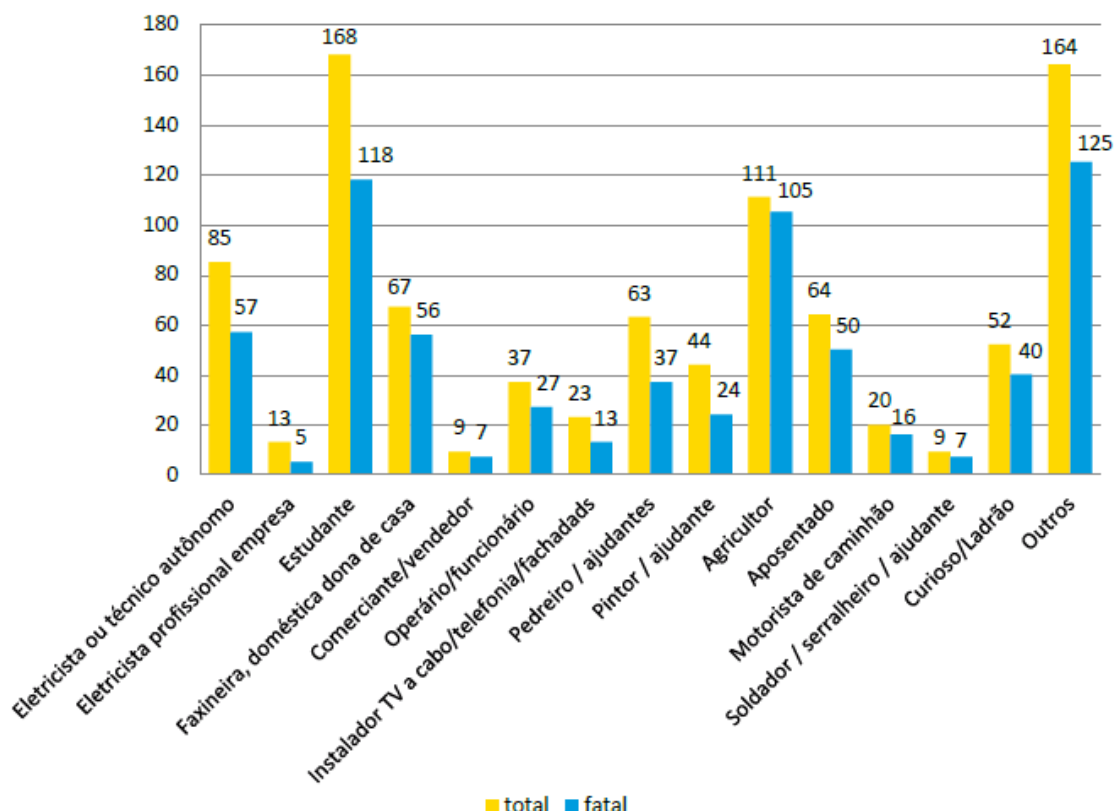


Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2018, p. 37).

3.7.2 Estatística de Acidentes por Tipo de Profissão no Brasil

Segundo o anuário estatístico da ABRACOPEL do ano de 2019, com ano base em 2018, os índices de acidentes fatais e não fatais ocasionados por conta do risco de choque elétrico, são os indicados no Gráfico 11.

Gráfico 11 - Choque Elétrico Por Tipo de Profissão



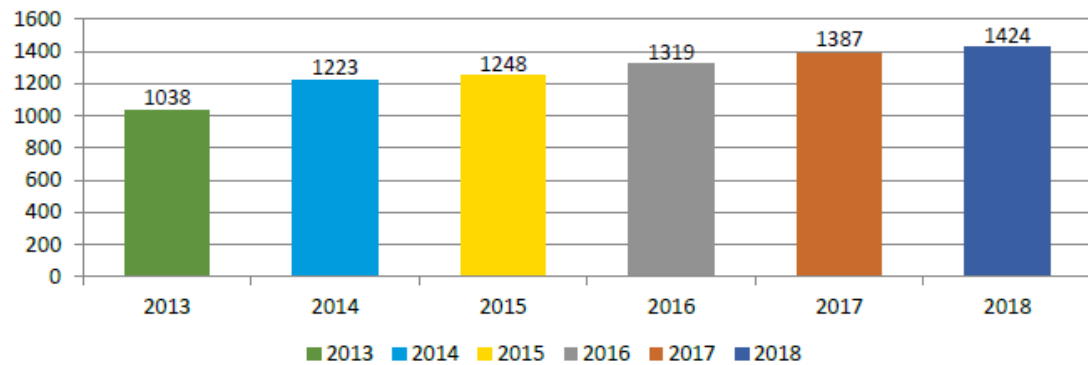
Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2018, p. 34).

Os acidentes por choques elétricos levaram a óbito mais de uma centena de agricultores. Muitas dessas mortes foram provocadas em decorrência do manuseio, instalação e manutenção de bombas de poços artesianos e bombas de sucção. Entre os pedreiros e os pintores, as causas mais comuns de acidentes com vítimas são a desatenção com o manuseio de materiais metálicos (barras de ferro, por exemplo) próximo às redes de energia elétrica. Ao tocarem a rede, acontece a fatalidade. As crianças e os adolescentes por não possuírem ainda uma profissão determinada, são classificados metodologicamente, como estudantes. A denominação “Outros” é aplicada sempre que não é possível identificar a profissão do acidentado (ABRACOPEL, 2018).

3.7.3 Dados Históricos de Acidentes de Origem Elétrica

Segundo o anuário estatístico da ABRACOPEL de 2019, é apresentado no Gráfico 12, a evolução dos acidentes (soma dos fatais e não fatais), desde o ano de 2013 até o ano base do anuário, 2018.

Gráfico 12 - Comparativo de Acidentes de Origem Elétrica de 2013 a 2018



Fonte: Anuário Estatístico ABRACOPEL (2018, p. 42).

Percebe-se pelo Gráfico 12, que o índice de acidentes de origem elétrica desde o ano de 2013, vem crescendo, ou ainda, a eficiência na captação dos dados da ABRACOPEL está aumentando, conseguindo registrar um valor mais preciso, mais próximo do valor absoluto de acidentes reais que ocorrem no dia a dia dos brasileiros (ABRACOPEL, 2018).

4 MEDIDAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA

Neste capítulo, serão abordadas as medidas de prevenção de acidentes de origem elétrica nas instalações elétricas residenciais. Uma medida de prevenção contra acidentes, tem por finalidade controlar os riscos de acidentes nos ambientes em que há a probabilidade deste ocorrer. A medida de prevenção portanto irá evitar, ou ainda, dificultar a ocorrência de um acidente. Abaixo são citados os principais meios de prevenção contra o risco de origem elétrica nos ambientes residenciais.

4.1 SISTEMAS DE ATERRAMENTO

Segundo CREDER (2014, p. 124), os sistemas de aterramento elétrico são classificados em diversos tipos, que diferem entre si em função das condições da rede de alimentação e das massas em relação à terra. Os sistemas são classificados seguindo uma sequência de letras do tipo XYZ, onde:

X – Identifica a situação da alimentação em relação à terra:

T – Sistema diretamente aterrado;

I – Sistema isolado ou aterrado com o auxílio de uma impedância.

Y – Identifica a situação das massas da instalação em relação à terra:

T – Massas diretamente aterradas;

N – Massas ligadas ao ponto de alimentação onde é feito o aterramento.

Z – Disposição dos condutores ao ponto de alimentação, onde é feito o aterramento.

S – Condutor neutro e condutor de proteção são separados;

C – Condutor neutro e condutor de proteção são combinados em um único condutor, também é conhecido como PEN.

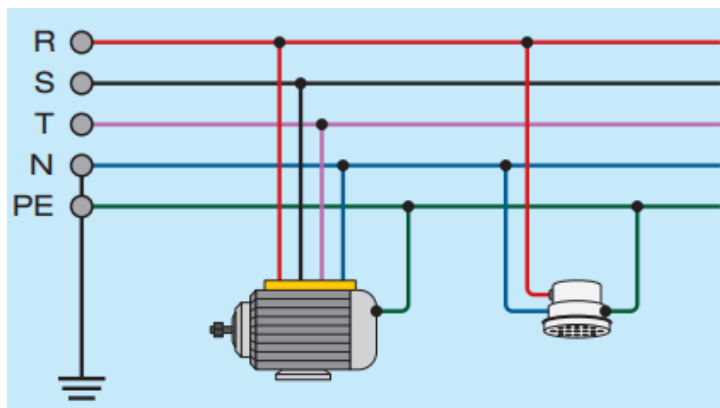
4.1.1 Esquema de Aterramento TN

O esquema TN possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção (NBR 5410, 2004).

O esquema TN se divide em 3 subsistemas de aterramento, que varia de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção. Os subsistemas são:

- a) O esquema TN-S: Onde o condutor neutro e o condutor de proteção são separados, conforme ilustrado na Figura 37;

Figura 37 – Esquema de Aterramento TN-S

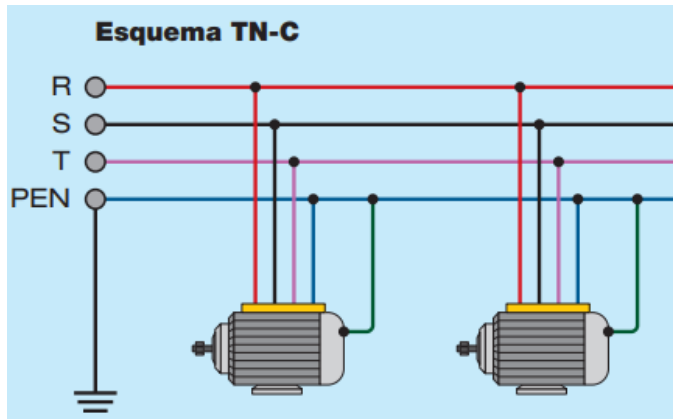


Fonte: PAULINO (2016, p. 97).

Pode ser citado, em relação a topologia TN-S, o seu uso nas instalações elétricas residências internas. O quadro de distribuição de circuitos da residência, é alimentado com a quantidade de fases que foi dimensionado, de acordo com a demanda da residência, mais o condutor chamado PEN. Este condutor PEN será dividido em um barramento neutro e um outro barramento chamado PE, que é a proteção equipotencial. O PE é o condutor responsável por fazer o aterramento das massas existentes na instalação, como o aterramento do chuveiro elétrico, o aterramento da carcaça metálica da máquina de lavar, etc.

- b) O esquema TN-C: Onde as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor, em todo o esquema elétrico, conforme ilustrado na Figura 38.

Figura 38 - Esquema de Aterramento TN-C

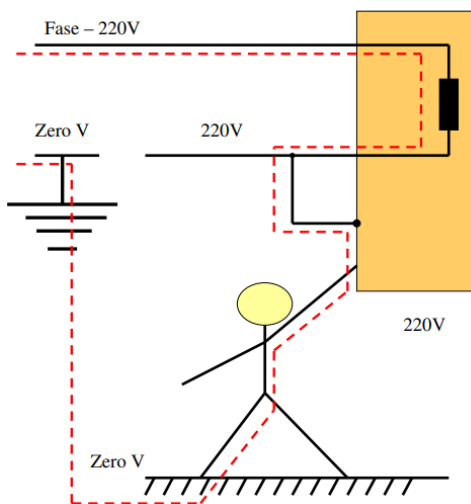


Fonte: PAULINO (2016, p. 97).

Pode ser citado em relação ao uso da topologia TN-C, a utilização desta topologia pela concessionária de energia elétrica para a alimentação das unidades consumidoras em baixa tensão, conforme indicado na Figura 41.

Este tipo de topologia não é permitido para condutores de seção inferior a 10 mm² (cobre) e para equipamentos portáteis. Também, não é possível fazer o uso do DR (dispositivo diferencial residual), que faz a proteção contra choque elétrico nas instalações. A topologia TN-C é perigosa no caso de ruptura do condutor neutro, conforme indicado na Figura 39.

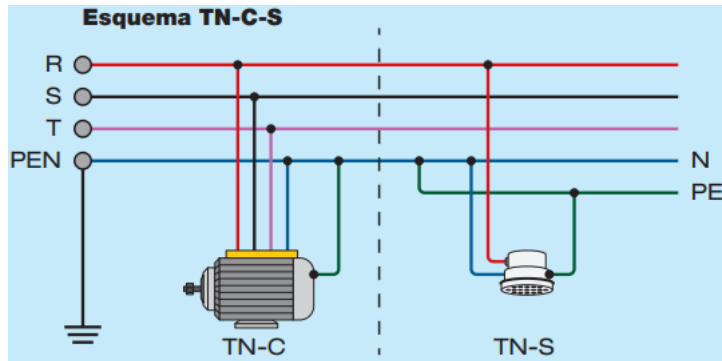
Figura 39 - Ruptura do Neutro na Topologia TN-C



Fonte: IFSC Joinvile, 2019.

- c) O esquema TN-C-S: Onde uma parte do sistema possui as funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor, conforme ilustrado na Figura 40;

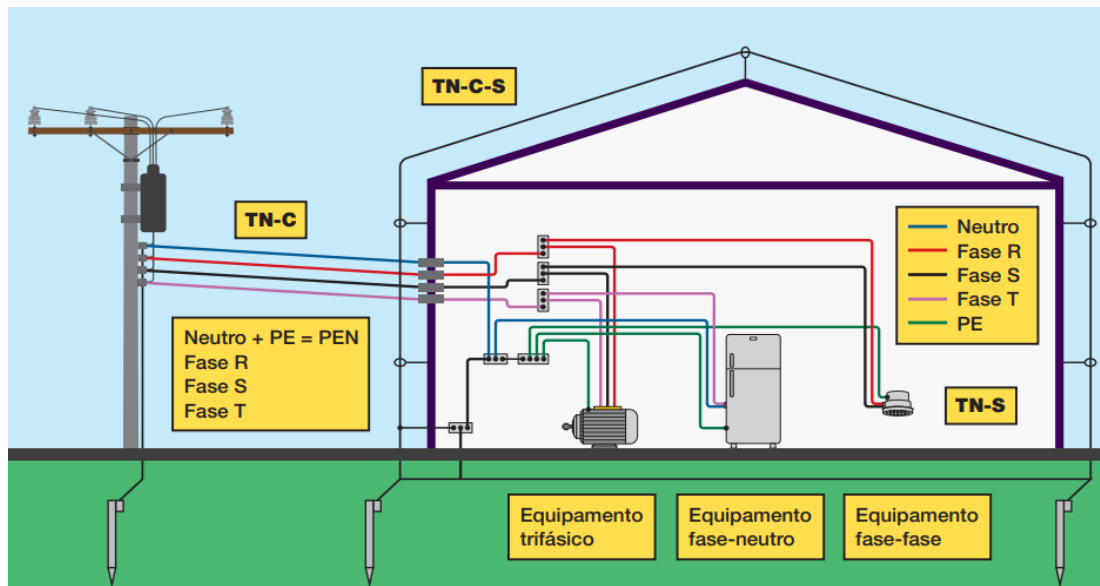
Figura 40 - Esquema de Aterramento TN-C-S



Fonte: PAULINO (2016, p. 97).

A topologia TN-C-S é utilizada nas instalações elétricas residências, por exemplo, onde a unidade consumidora é atendida com a topologia TN-C, com a quantidade de fases que foi dimensionada de acordo com sua demanda mais o condutor neutro. Este neutro é aterrado no centro de medição. Do centro de medição para o quadro de distribuição interno da residência, será direcionado os condutores do tipo fase mais o condutor PEN. No QD, este condutor PEN é dividido em um barramento neutro e um outro barramento de proteção equipotencial, conforme indicado na Figura 41.

Figura 41 - Exemplificação do Uso da Topologia de Aterramento TN



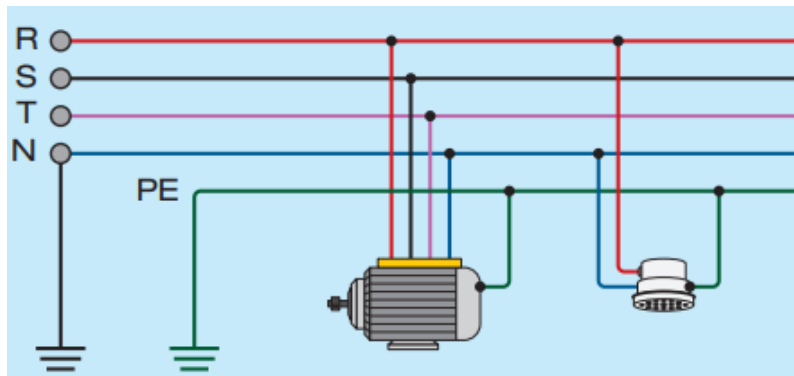
Fonte: PAULINO (2016, p. 99).

4.1.2 Esquema de Aterramento TT

No esquema de aterramento TT, há um ponto da alimentação diretamente aterrado, e as massas da instalação estão ligadas a eletrodo(s) de aterramento eletricamente distinto(s) do eletrodo de aterramento da alimentação (NBR 5410, 2004).

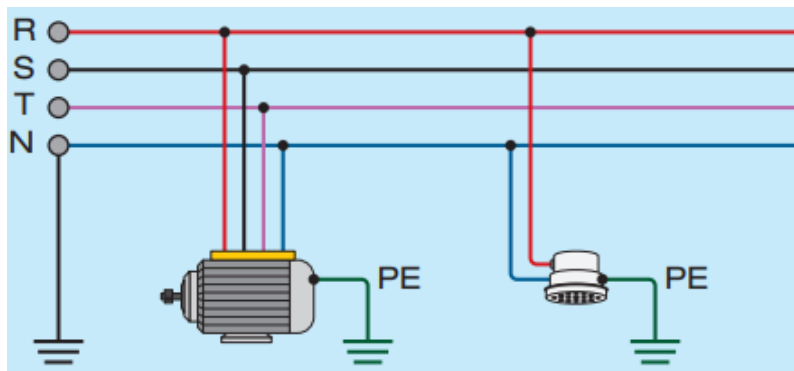
A Figura 42 e a Figura 43, exemplifica o sistema de aterramento TT.

Figura 42 - Esquema de Aterramento TT – Aterramento Comum



Fonte: PAULINO (2016, p. 97).

Figura 43 - Esquema de Aterramento TT – Aterramentos Distintos



Fonte: PAULINO (2016, p. 97).

A topologia de aterramento do tipo TT é indicada para sistemas onde a fonte de alimentação e a carga estão distantes uma da outra. A proteção contra choque elétrico deve ser garantida pelo dispositivo DR.

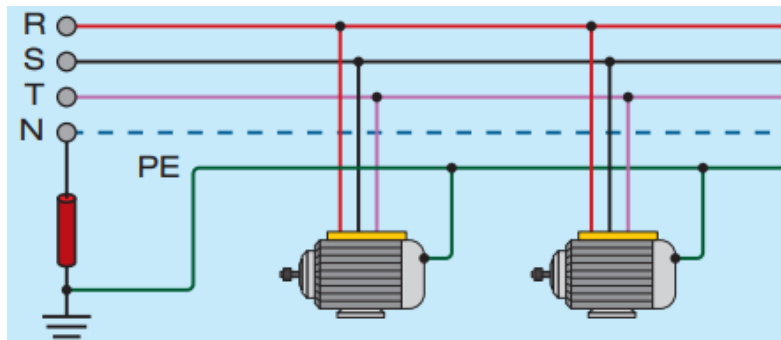
Este tipo de topologia é utilizado, por exemplo, na situação em que se deseja aterrar apenas o chuveiro elétrico em uma haste de aterramento separada, ou qualquer outro equipamento elétrico presente em uma instalação, que necessite de aterramento.

4.1.3 Esquema de Aterramento IT

No esquema de aterramento IT, todas as partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado através de uma impedância (NBR 5410, 2004).

Uma das possibilidades desta topologia, é aonde as massas são aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, se existente, conforme indicado na Figura 44;

Figura 44 - Esquema de Aterramento IT



Fonte: PAULINO (2016, p. 98).

A topologia IT tem o seu uso em instalações elétricas aonde é indispensável a continuidade do serviço, como por exemplo em hospitais, centros cirúrgicos, indústrias, etc.

4.2 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA E CURTO CIRCUITO EM CIRCUITOS TERMINAIS

O principal componente responsável por fazer a proteção nos circuitos terminais nas instalações elétricas residenciais alimentadas em baixa tensão é através do disjuntor termomagnético, ou ainda também conhecido como minidisjuntores.

Atualmente, existe no mercado duas categorias diferentes de disjuntores termomagnéticos, o disjuntor termomagnético do tipo DIN (padrão europeu e cor branca), e o disjuntor termomagnético do tipo NEMA (padrão norte-americano e cor preta), na Figura 45 é indicado os disjuntores termomagnéticos do tipo NEMA, já na Figura 46 é indicado os disjuntores termomagnéticos do tipo DIN.

Figura 45 – Disjuntor Termomagnético do Tipo NEMA



Fonte: ILUMISUL, 2019.

A Tabela 5, indica as diferenças entre o padrão europeu (DIN) e o padrão norte-americano (NEMA).

Tabela 5 - Diferenças entre Disjuntor DIN e NEMA

	NEMA	DIN
MATERIAL	Resina sintética resistente ao calor e quimicamente estável	Poliéster
CAPACIDADE DE INTERRUÇÃO	Um disjuntor de 25A NEMA possui capacidade de interrupção de 3KA*	Um disjuntor de 25A DIN possui capacidade de interrupção de 4,5KA*
CARACTERÍSTICA DO DISPARO MAGNÉTICO	Disparo sensível. A destrava depende da grandeza da corrente; A proteção é apenas por elemento bimetal e seu disparador não é bobinado.	Possui disparo independente. Seu limiar ocorre com múltiplo de corrente nominal, ou seja, independente da intensidade da corrente ele terá sempre dois tipos de atuação, uma contra curto circuito (bobina) e outro contra sobrecarga (bimetal).
ELEMENTO DE FIXAÇÃO	Possui bornes (pinos que fazem ligação ao circuito elétrico externo) com parafusos tipo olhal, o que pode causar soltura do cabo a longo prazo.	Terminal tipo abraçadeira com ranhuras que impedem a desconexão.
ELEMENTO DE EXTINÇÃO DO ARCO ELÉTRICO	Apenas uma chapa dobrada.	Possui uma câmara de extinção equipada com alertas múltiplas.
CARACTERÍSTICAS DOS CONTATOS	Possui apenas material sintetizado.	Contatos revestidos de prata, tendo maior resistência térmica e elétrica.

Fonte: ASTRA-SA, 2019.

Os disjuntores do tipo DIN possuem uma resposta mais rápida em comparação com o padrão NEMA e são usualmente mais comuns e utilizados hoje em dia. Já o padrão NEMA é normalmente mais encontrado nas instalações elétricas mais antigas.

Embora os dois padrões atendam as normas internacionais, o padrão DIN é o que melhor atende a norma brasileira de dispositivos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 2: Disjuntores, a NBR IEC 60947-2.

O disjuntor termomagnético atua fazendo a proteção dos circuitos terminais em caso de:

- 1) **Sobrecarga:** Ao energizar uma carga em um determinado circuito, se o somatório das correntes de consumo das cargas conectadas simultaneamente ao mesmo circuito ultrapassar a corrente nominal do disjuntor, ele irá atuar, seccionando o circuito, evitando assim uma sobrecarga nas instalações elétricas;
- 2) **Na ocorrência de um curto circuito:** O disjuntor irá atuar seccionando o circuito para eliminar a corrente de curto circuito no ponto em defeito.

Portanto, o disjuntor termomagnético faz a proteção contra sobrecarga e também faz a proteção contra curto circuito nos circuitos das instalações elétricas. Na Figura 46 são representados disjuntores termomagnéticos do tipo DIN, monopolar (usado em circuitos monofásicos), bipolar (usado em circuitos bifásicos) e tripolar (usado em circuitos trifásicos).

Figura 46 - Disjuntor Termomagnético do Tipo IEC/DIN

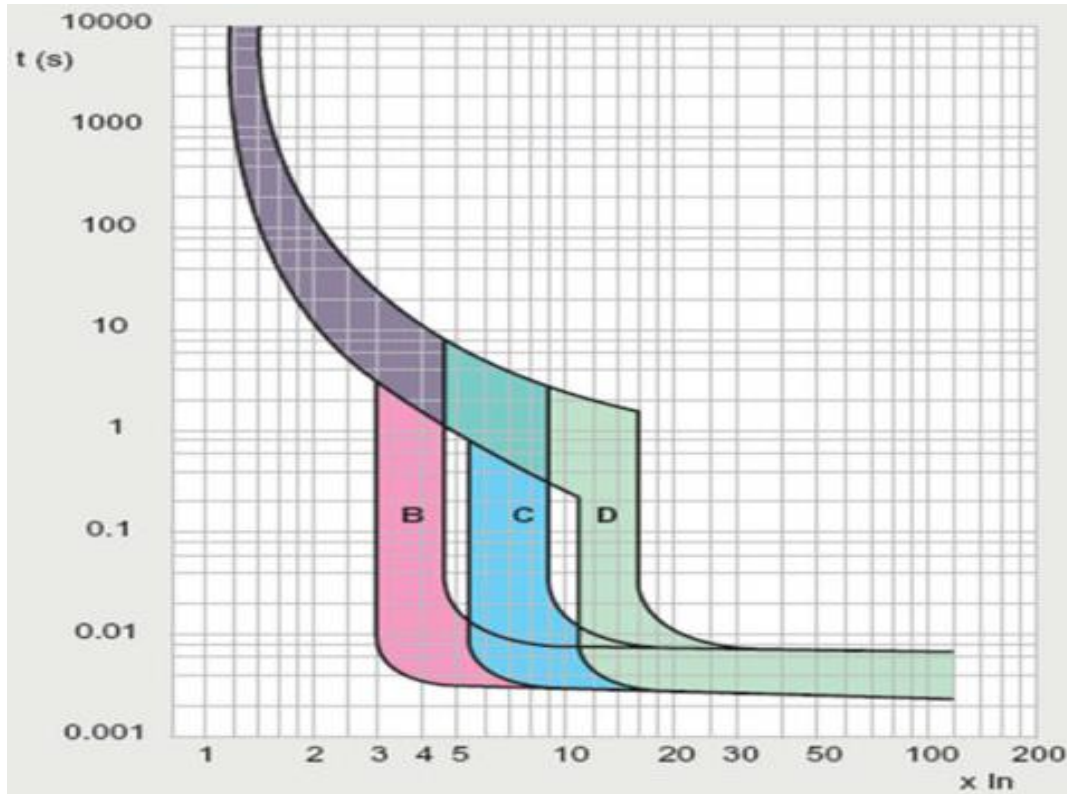


Fonte: Mundo da Elétrica, 2019.

Os disjuntores termomagnéticos possuem 3 tipos de curvas. A diferença entre estas curvas, é a atuação do elemento magnético do disjuntor, ou seja, a proteção contra curto circuito, já o elemento térmico do disjuntor, o elemento responsável pela proteção contra sobrecarga, irá funcionar de forma similar nas 3 diferentes curvas.

O tipo de curva a ser utilizado em um determinado circuito elétrico, varia de acordo com o tipo de carga que é acoplado a este disjuntor. As curvas dos disjuntores termomagnéticos estão indicadas na Figura 47.

Figura 47 - Curvas de Disparo de Disjuntores Termomagnéticos



Fonte: ELSEG Engenharia, 2019.

A leitura da Figura 47 deve ser feita considerando o período instantâneo, que pela figura tem atuação antes de 0,01s e tempo final conforme a curva (atuador magnético). Depois temos o atuador térmico que começa a atuar mais cedo ou mais tarde, dependendo da curva do disjuntor.

As curvas dos disjuntores termomagnéticos se dividem em:

- a) Curva B: O disjuntor termomagnético de curva B irá atuar quando uma corrente de partida com valor de 3 a 5 vezes a corrente nominal do disjuntor circular internamente por ele por um tempo maior que 0,1 segundos, conforme indicado na Figura 47. É o tipo de curva tipicamente utilizado para cargas resistivas, cujo a corrente de partida não costuma ser elevada em relação à corrente nominal.

Utiliza-se a curva B em circuitos do chuveiro elétrico, da torneira elétrica, de aquecedores, etc.

- b) Curva C: O disjuntor termomagnético de curva C irá atuar, quando uma corrente de partida com valor de 5 a 10 vezes a corrente nominal do disjuntor circular internamente por ele por um tempo maior que 0,1 segundos, conforme indicado na Figura 47. É o tipo de curva tipicamente utilizado para cargas indutivas de baixa potência, cujo a corrente de partida não ultrapasse o limite de 10 vezes a corrente nominal do dispositivo, esta corrente de partida é a corrente necessária para o motor vencer a inércia do mesmo e começar o movimento mecânico. Utiliza-se a curva C em circuitos com motores elétricos de pequeno porte, como o circuito do ar condicionado, da geladeira, o circuito de tomadas de uso geral (TUG's), etc.
- c) Curva D: O disjuntor termomagnético de curva D irá atuar, quando uma corrente de partida com valor de 10 a 20 vezes a corrente nominal do disjuntor circular internamente por ele por um tempo maior que 0,1 segundos, conforme indicado na Figura 47. É o tipo de curva tipicamente utilizado para cargas indutivas de potência relativamente alta, cujo a corrente de partida não ultrapasse o limite de 20 vezes a corrente nominal do dispositivo. Utiliza-se a curva D em circuitos com motores elétricos de médio a grande porte, circuitos de proteção para máquina de solda, etc.

As 3 curvas são indicadas na Figura 47. Note que para uma corrente de sobrecarga, o disjuntor termomagnético, independente da curva, irá atuar no seu elemento térmico, portanto irá ter um tempo de atraso até a chapa bimetálica aquecer e ocorrer a dilatação térmica para fazer a abertura do disjuntor, cessando assim a corrente do circuito e consequentemente eliminando a sobrecarga do circuito.

Segundo a NBR 5410 (2014, p.63), para que a proteção dos condutores contra sobrecargas fique assegurada, as características de atuação do dispositivo destinado a provê-la devem ser tais, conforme indicado na fórmula (10):

$$I_B \leq I_n \leq I_z; \quad (10)$$

Onde:

I_B é a corrente de projeto do circuito;

I_z é a capacidade de condução de corrente dos condutores, de acordo com o método de referência da instalação;

I_n é a corrente nominal do dispositivo de proteção, no caso, corrente do disjuntor.

Esta coordenação entre os condutores e os dispositivos de proteção contra sobrecarga e curto circuito é de extrema importância, pois com o correto dimensionamento, evita-se que circule pelo condutor uma corrente acima do que é suportado por este em um determinado método de instalação, evitando, portanto, aquecimentos indevidos, sobrecargas, curtos circuitos e a geração de princípios de incêndio.

A prevenção dos acidentes ocasionados por conta de sobrecarga de circuitos elétricos é feita através de algumas medidas de prevenção, como:

- a) Utilizar eletrodomésticos que tenham sua potência elétrica compatível com a capacidade máxima do circuito ou da tomada de corrente que este será conectado;
- b) Evitar ao máximo, o uso de benjamins e extensões elétricas nas instalações elétricas;
- c) Fazer o redimensionamento das instalações elétricas sob auxílio de uma mão de obra qualificada e autorizada, caso a residência já tenha um certo tempo que tenha sido construída, seguindo critérios da norma NBR 5410, para readequar a potência instalada de eletrodomésticos atual com a potência que os circuitos podem fornecer sem gerar sobrecargas;
- d) Sinalizar e fazer a identificação dos circuitos da instalação elétrica no QD e de forma alguma substituir disjuntores por outros de maior capacidade, sem seguir as recomendações das normas vigentes;

- e) Como já citado, o uso de benjamins ou extensões elétricas, deve ser evitado ao máximo. Caso haja a necessidade de se fazer o uso destes componentes, deve-se fazer o uso destes, para cargas com potência muito pequena, ou ainda, cuja soma das potências dos dispositivos conectados a este, seja compatível com a capacidade de condução de corrente dos condutores do circuito utilizado;
- f) Caso verifique que há a necessidade do aumento do número de tomadas em uma determinada residência, deve-se recorrer ao auxílio de uma mão de obra qualificada e autorizada para tal, a fim de fazer o redimensionamento das instalações elétricas, sempre cumprindo as prescrições das normas vigentes.

4.3 PROTEÇÃO CONTRA O CHOQUE ELÉTRICO

Um dos principais pontos que podem gerar choques elétricos ao ser humano é a tomada de corrente elétrica. A tomada é o ponto de conexão entre o equipamento que se deseja ligar e a fonte de energia elétrica para seu uso.

No Brasil, a norma que trata sobre os padrões de tomadas de corrente elétrica é a NBR 14136. Na Figura 48 é indicado uma tomada de corrente elétrica de acordo com a NBR 14136.

Figura 48 - Tomada de Corrente Elétrica de Acordo com a NBR 14136



Fonte: PUCRS, 2019.

Uma das vantagens do padrão brasileiro, é que ele maximiza a segurança contra choques elétricos por contato direto no plugue do equipamento ao conectá-lo na tomada, por conta de ter um rebaixo na tomada de corrente do plugue fêmea, conforme indicado na Figura 49.

Figura 49 - Tomada Padrão Brasileiro Evita Contato Direto

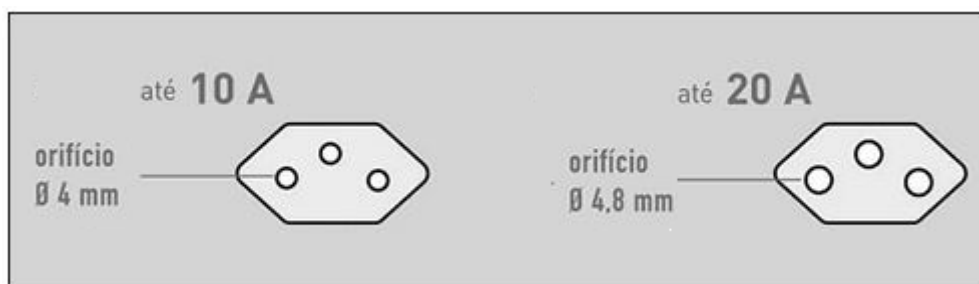


Fonte: PUCRS, 2019.

As tomadas do padrão brasileiro, conforme a NBR 14136, são divididas entre o modelo com capacidade de condução de corrente elétrica de até 10A e o modelo com capacidade de condução de corrente elétrica de até 20A. As tomadas de 20A devem permitir a inserção de plugues de 10A e 20A, e as tomadas com contato terra devem permitir a inserção de plugues com e sem pino terra. As tomadas de 10A não devem permitir a inserção de plugues de 20A. Por conta disso, um modelo possui a espessura de seu contato elétrico maior do que o outro, conforme indicado na Figura 50, este critério estabelecido em norma é interessante para a proteção contra sobrecarga, pois evita que conecte-se um dispositivo com consumo superior a 10A em uma tomada de corrente de condução máxima de 10A.

O uso do pino central, no caso o aterramento, é de extrema importância caso o equipamento venha de fábrica com o mesmo, pois para o seu correto funcionamento é necessário que o pino terra esteja conectado de fato no aterramento para a proteção do equipamento e do ser humano que tenha contato com o mesmo.

Figura 50 - Tomadas de Corrente Elétrica Padrão NBR 14136



Fonte: Sala da Elétrica, 2019.

Tratando sobre proteção contra choque elétrico, o dispositivo previsto em norma, que é responsável por fazer tal proteção, é o dispositivo Diferencial Residual (DR).

O DR se divide em duas famílias, a família de IDR (Interruptor Diferencial Residual) que atua na ocorrência apenas de correntes de fuga que poderiam ocasionar em um choque elétrico, e o DDR (Disjuntor Diferencial Residual) que faz a proteção contra curto circuito, sobrecarga e correntes de fuga. O DR é um dispositivo de proteção que irá atuar, abrindo o circuito, na ocorrência de uma corrente de fuga. Na Figura 51, é indicado o IDR bipolar, que pode ser utilizado em circuitos monofásicos (fase e neutro) ou ainda circuitos bifásicos (duas fases distintas), e é indicado também o IDR tetrapolar, que pode ser utilizado para circuitos monofásicos, bifásicos, ou ainda trifásicos.

Figura 51 - Dispositivo Diferencial Residual - DR



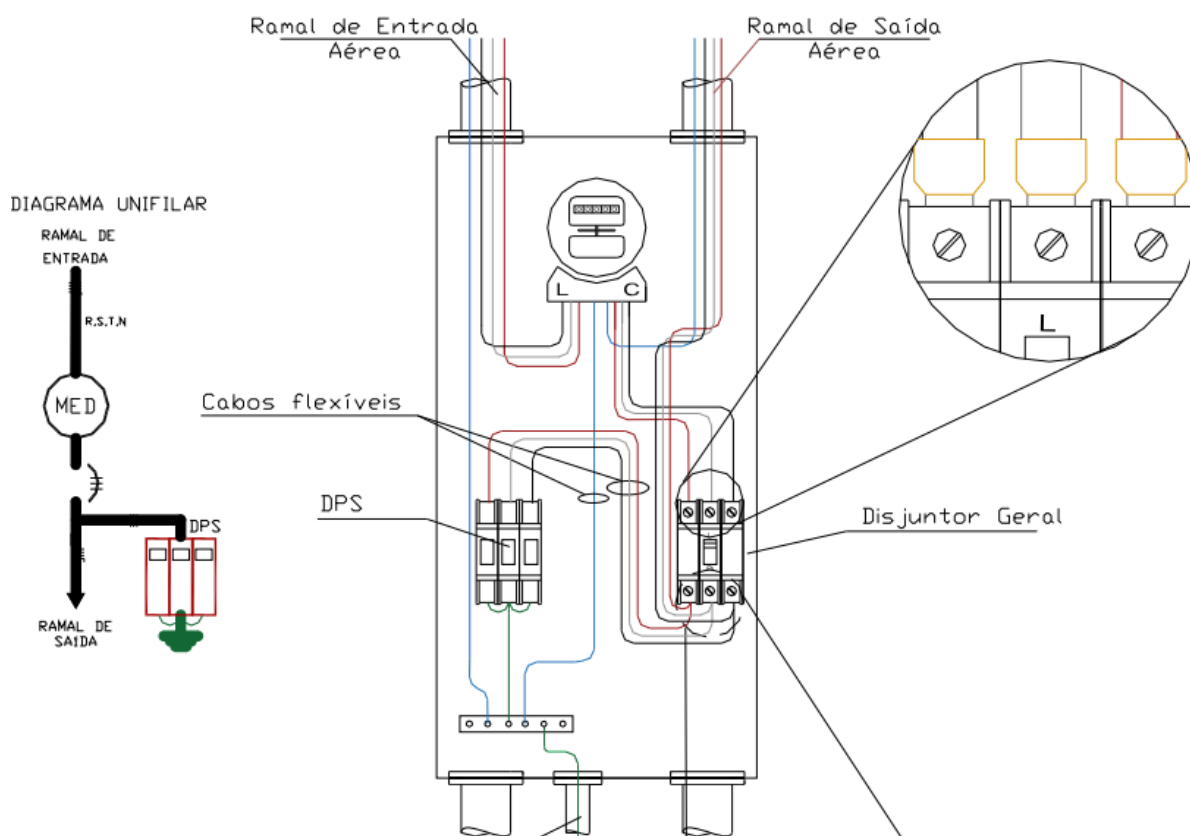
Fonte: Mundo da Elétrica, 2019.

Em relação ao IDR, este deve ser conectado em série com o Disjuntor termomagnético em uma instalação elétrica residencial, pois o disjuntor irá fazer a proteção contra curto circuito e sobrecarga, e o IDR irá fazer a proteção contra choques elétricos, conforme indicado na Figura 52.

Seu uso é encontrado nas instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais.

Ele tem a sua atuação na situação, por exemplo, em que há a influência de uma descarga atmosférica na rede de distribuição da concessionária de energia elétrica local. Ao sofrer a influência desta descarga atmosférica, há a probabilidade de uma tensão transitória adentrar nas instalações elétricas em geral, danificando, portanto, os eletrodomésticos em geral. Em uma instalação elétrica em que há o DPS, ele irá verificar a ocorrência desta tensão transitória e irá desviar esta tensão para o sistema de aterramento da edificação, protegendo, portanto, os eletrodomésticos desta residência. No padrão de entrada da concessionária de energia elétrica CELESC, responsável por fazer a distribuição no estado de Santa Catarina, é obrigatório o uso do DPS, conforme indicado na Figura 54.

Figura 54 - DPS no Padrão de Entrada de Energia Elétrica em BT - CELESC



Fonte: CELESC, 2019.

Em instalações com padrão de entrada desatualizados, que não tenham o DPS, é recomendável a instalação no quadro de distribuição de circuitos interno da residência, sendo um DPS por fase. O DPS deve ser instalado na saída do disjuntor geral da edificação.

Quando o DPS atua, ou seja, faz a proteção contra surto e desvia esta tensão transitória, ou ainda a corrente de surto, para o sistema de aterramento, ele irá se danificar. Na frente do DPS existe o visor de status do DPS, para verificar se ele está em boas condições de uso ou se este DPS já atuou contra um surto. Faz-se necessário portanto uma constante monitoração para verificar se o DPS está em boas condições de uso, caso verifique-se que o DPS já atuou, é necessário fazer a sua troca urgente, para continuar com a efetiva proteção contra surtos nas instalações elétricas.

De acordo com a NBR IEC 61643-1, o DPS pode ser classificado em três classes, classe I, II e III. A classe I é destinada a proteção contra surtos elétricos conduzidos, provenientes de descargas atmosféricas diretas, geralmente recomendados para locais com alta exposição e/ou que sejam dotados de SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas. O DPS classe II é destinado a proteção contra surtos elétricos ocasionados por descargas atmosféricas indiretas, ou seja, caem próximo à edificação ou as linhas de transmissão de energia ou dados. O DPS classe III é um dispositivo de proteção que deve ser utilizado próximo ao equipamento protegido. Normalmente utilizado como complemento de proteção ou em locais com baixa exposição.

De acordo com a norma técnica de padrão de entrada para consumidores atendidos em baixa tensão, da CELESC, a N3210001, para edificação sem Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), o DPS deverá ser classe II, com corrente nominal de descarga mínima de 5 kA, condutor de ligação mínimo de 6 mm² e tensão máxima de operação de 275V, para edificação com Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), o DPS deverá ser classe I, com corrente nominal de impulso mínima de 12,5 kA, condutor de ligação mínimo de 16 mm² e tensão máxima de operação de 275V.

A mesma norma técnica de padrão de entrada da CELESC, recomenda que o consumidor faça a instalação em seu quadro geral de distribuição o DPS Classe II e nas tomadas de corrente o DPS Classe III para proteção contra surtos de tensão de seus equipamentos elétricos/eletrônicos.

4.5 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, ou ainda, um SPDA, tem por objetivo mínimo, interceptar as descargas atmosféricas e conduzi-las para um ponto com uma menor resistência elétrica, que é geralmente a terra;

Uma descarga atmosférica quando ocorre é um fenômeno aleatório, não se pode prever que ele irá ocorrer. Os modelos de SPDA são complexos e em muitos casos são feitas simplificações. Por conta disto, não se pode garantir 100% de proteção da estrutura da edificação, porém aumenta-se o grau de proteção contra descargas atmosféricas.

Com relação ao projeto e dimensionamento de projeto do sistema de SPDA, a norma que trata sobre os detalhes é a NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

5 PESQUISA EXPLORATÓRIA

Neste capítulo serão abordadas as características referentes à pesquisa exploratória do trabalho. Será tratada detalhadamente cada pergunta abordada no questionário específico referente à segurança nas instalações elétricas alimentadas em baixa tensão.

O público alvo que participou do questionário foram desde pessoas comuns que utilizam no seu dia a dia o recurso da energia elétrica em seus afazeres domésticos até eletricitários que trabalham com o risco em instalações elétricas alimentadas em baixa tensão.

5.1 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNISUL

O primeiro ponto a ser estudado, para poder ser realizada a pesquisa com seres humanos, foi em relação a autorização do comitê de ética da Unisul. O Comitê de Ética em Pesquisa da Unisul (CEP Unisul) é responsável por todas as pesquisas científicas que envolvem seres humanos, direta ou indiretamente, desenvolvidas na Unisul, assumindo função consultiva, deliberativa e educativa.

Trata-se de um colegiado interdisciplinar e independente, criado em 2002, para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa na Universidade de acordo com os padrões éticos e pautado na legislação vigente. O Comitê está previsto na legislação federal brasileira e em acordos internacionais assinados pelo País.

Segundo o CEP, para a submissão, todos os projetos de pesquisa e demais documentos devem ser encaminhados exclusivamente pela Plataforma Brasil.

A Plataforma Brasil é uma base nacional e unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos para todo o sistema CEP/Conep (Comitê de Ética em Pesquisa/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa). Permite que as pesquisas sejam acompanhadas em seus diferentes estágios, como: fase de campo, envio de relatórios parciais e dos relatórios finais das pesquisas (que deverão ser entregues quando as pesquisas forem concluídas).

Por recomendações do CEP da Unisul, portanto, foi feito o cadastro na plataforma Brasil pelo orientador do trabalho. Foi dado início a todos os trâmites legais para tal pesquisa ser aprovada e poder ser dado prosseguimento nos questionários com seres humanos. Após análise, a pesquisa exploratória foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa da Unisul (CEP Unisul), como segue na Figura 55.

Figura 55 – Dados da Versão do Projeto de Pesquisa, Plataforma Brasil

- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS ALIMENTADAS EM BAIXA TENSÃO: ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES

Pesquisador Responsável: FABIANO MAX DA COSTA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 26294319.8.0000.5389

Submetido em: 27/11/2019

Instituição Proponente: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA-UNISUL

Situação da Versão do Projeto: Aprovado

Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1479216

+ DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO

Apreciação ↑	Pesquisador Responsável ↑	Versão ↑	Submissão ↑	Modificação ↑	Situação ↑	Exclusiva do Centro Coord. ↑	Ações
PO	FABIANO MAX DA COSTA	1	27/11/2019	16/02/2020	Aprovado	Não	   

Fonte: Autor, 2020.

5.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA EXPLORATÓRIA

Será apresentado a seguir, cada pergunta utilizada no questionário da pesquisa. O formulário na íntegra é apresentado no **APÊNDICE A – Questionário Referente a Segurança em Instalações Elétricas Alimentadas em Baixa Tensão**.

Além da apresentação das perguntas utilizadas no questionário, serão apresentados, também, a explanação da utilização de cada pergunta, os resultados obtidos com os entrevistados em cada um dos questionamentos e, em determinadas questões, os exemplos de boas práticas para maximizar a segurança nas instalações elétricas.

A ferramenta utilizada para fazer a coleta de dados foi um formulário online, chamada FORMULÁRIOS GOOGLE. Na Figura 56 é apresentada a tela de início do questionário.

Figura 56 – Tela de Início da Pesquisa no Formulários Google



Fonte: Autor, 2020.

Para a pesquisa, foi definido um total de 50 amostras, ou seja, foram entrevistadas 50 pessoas para gerar o relatório para cada pergunta apresentada abaixo.

De acordo com o comitê de ética em pesquisa da Unisul, cada entrevistado deve assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, que é apresentado no **APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCL**.

5.2.1 Questionamento 01 e 02 – Situação do imóvel

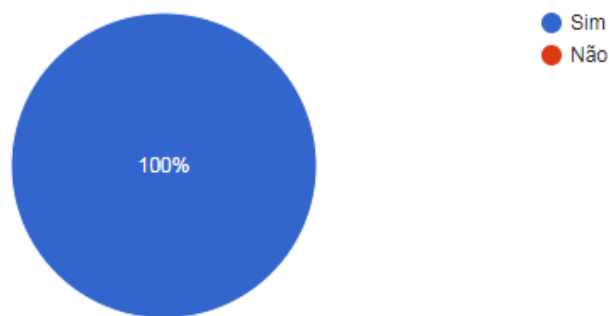
A primeira pergunta no questionário, era em relação a localização do imóvel pertencente ao entrevistado, se este fica localizado no município de Palhoça–SC, pois o objetivo desta pesquisa, foi avaliar a situação das instalações elétricas de residências localizadas no município de Palhoça–SC.

Como pode ser verificado no Gráfico 13, 100% dos entrevistados moram no município citado acima.

Gráfico 13 - Questionamento 01

Referente ao imóvel que você mora atualmente, este fica localizado no município de Palhoça - SC?

50 respostas



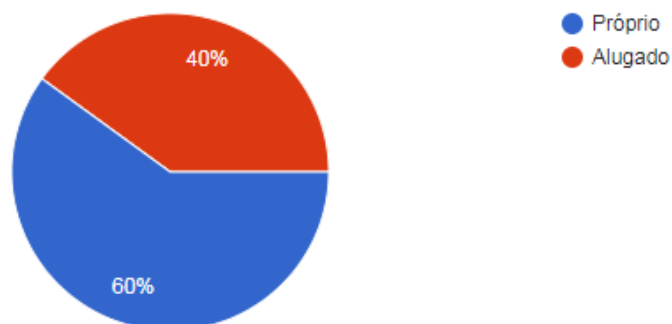
Fonte: Autor, 2020.

Outro questionamento levantado, foi em relação a situação do imóvel, se este é próprio ou alugado. Pode-se verificar no Gráfico 14, o resultado para este questionamento junto aos entrevistados.

Gráfico 14 – Questionamento 02

O imóvel em que você está atualmente residindo é próprio ou alugado?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

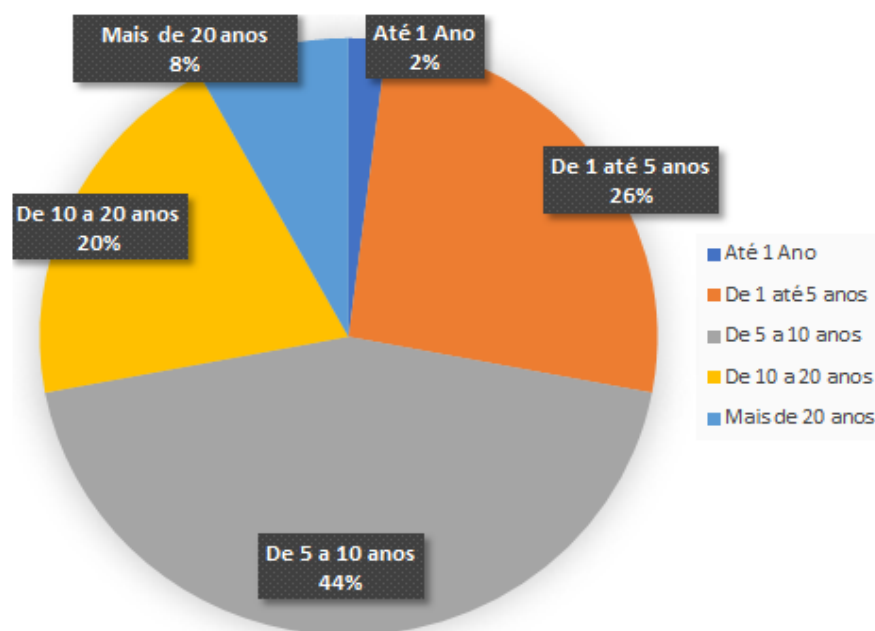
5.2.2 Questionamento 03 – Tempo de vida das Instalações Elétricas

Este questionamento, visava avaliar o tempo de vida que as instalações elétricas da residência do entrevistado já estavam em uso. Como pode ser verificado no Gráfico 15, a maioria das instalações elétricas presente nas residências dos entrevistados, possuem um tempo de vida na faixa de 5 a 10 anos, 44% dos entrevistados.

Gráfico 15 – Questionamento 03

Em relação às instalações elétricas de sua residência, a quanto tempo elas existem?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

Este tipo de questionamento é super interessante, pois instalações elétricas mais antigas, tendem a serem desatualizadas com os padrões citados nas NBR's vigentes. Instalações elétricas desatualizadas, ou ainda, antigas tendem a ter uma maior probabilidade de ocorrência de acidentes de origem elétrica. Portanto, torna-se de extrema importância a atualização, ou ainda, a inspeção periódica das instalações para aumentar a segurança de quem usa ou opera as instalações elétricas alimentadas em baixa tensão.

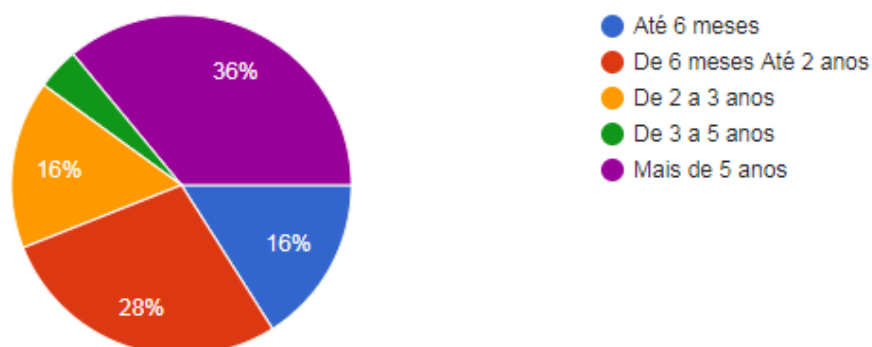
5.2.3 Questionamento 04 – Manutenção das instalações elétricas

Este questionamento, visava filtrar a informação de quanto tempo as instalações elétricas dos entrevistados estavam em funcionamento sem ter nenhuma manutenção periódica. Foi constatado que 36% das instalações elétricas, estão em funcionamento com nenhum tipo de manutenção a mais de 5 anos, como indicado no Gráfico 16. Este dado é preocupante, pois as instalações elétricas demandam de uma inspeção/manutenção periódica para maximizar a segurança.

Gráfico 16 – Questionamento 04

Em relação às instalações elétricas de sua residência, quando foi a última vez que você solicitou a visita de algum profissional da área para algum tipo de manutenção elétrica?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

5.2.4 Questionamento 05 – Ocorrência de acidentes de origem elétrica na residência do entrevistado

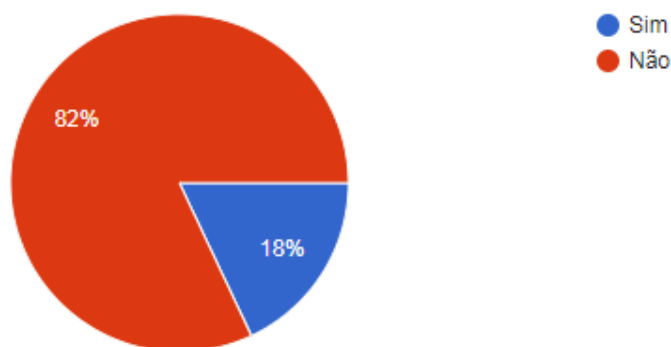
O questionamento tinha por objetivo filtrar a informação a respeito se o entrevistado já havia sofrido algum tipo de acidente de origem elétrica em sua residência. No Gráfico 17 é indicado o resultado para este questionamento.

Foi citado no Gráfico 7, situado na página 72 deste documento, que um dos maiores índices de morte por choque elétrico, segundo o anuário estatístico da ABRACOPEL, ocorre em residências unifamiliares. Foi constatado pela entrevista que apenas 18% dos entrevistados já sofreram algum tipo de acidente de origem elétrica em suas residências. O resultado esperado para este questionamento era na verdade outro, seguindo como base os dados veiculados pela ABRACOPEL.

Gráfico 17 – Questionamento 05

Você já sofreu algum acidente de origem elétrica em sua residência?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

5.2.4.1 Questionamento 06 – Descrição da ocorrência de acidentes de origem elétrica na residência do entrevistado

Este questionamento visava entender, dos que já sofreram algum tipo de acidente de origem elétrica em sua residência, como foi a ocorrência. Abaixo, seguem alguns dos comentários apresentados pelos entrevistados:

- **Comentário 01:** “Tentei fazer por conta própria a troca de uma tomada, sendo que não sou da área, e sofri um choque elétrico.”
- **Comentário 02:** “Tomei um choque elétrico trocando uma tomada.”
- **Comentário 03:** “Sofri um choque elétrico em uma extensão elétrica.”
- **Comentário 04:** “Choque elétrico no chuveiro.”
- **Comentário 05:** “Choque elétrico oriundo da falta de aterramento da residência.”
- **Comentário 06:** “Toquei em um filtro de metal de um equipamento e recebi uma descarga elétrica que doeu o coração. O choque foi devido uma fuga de energia que ocorria.”
- **Comentário 07:** “Choque elétrico que ocorreu na troca de um suporte de uma lâmpada. Foi colocado o neutro no interruptor ao invés do condutor fase.”

Como pode ser observado nos comentários citados acima, a maior ocorrência de acidentes nas instalações elétricas é o choque elétrico. Porém como já foi citado anteriormente, não é o único risco presente, pois existe a probabilidade de ocorrência de incêndios por sobrecargas e também a ocorrência de acidentes por descargas atmosféricas.

Analisando os comentários, percebe-se que a maior geração de acidentes de origem elétrica são por condições inseguras presentes nas instalações, como no caso da falta de aterramento de proteção ou falha no isolamento de condutores elétricos, ou ainda por atitudes inseguras de pessoas que não são da área elétrica e, mesmo assim, arriscam-se em fazer alguma instalação, por achar que é algo fácil e simples, ignorando os riscos envolvidos em tal atividade.

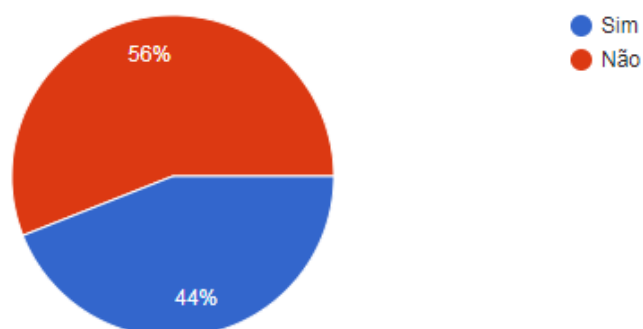
5.2.5 Questionamento 07 – Ocorrência de queimadura e/ou parada cardíaca em decorrência de acidentes por fatores elétricos

Quando os mesmos entrevistados, foram questionados se sabiam da ocorrência de algum acidente elétrico que geraram queimaduras ou ainda parada cardíaca em pessoas conhecidas de seu núcleo social, a ocorrência de acidentes foi maior. Cerca de 44% dos entrevistados conhecem alguém que já sofreu algum acidente com estas consequências, conforme indicado no Gráfico 18.

Gráfico 18 – Questionamento 07

Você conhece alguém que já sofreu algum acidente de origem elétrica que teve como consequência queimaduras e/ou parada cardíaca?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

5.2.5.1 Questionamento 08 – Descrição pelos entrevistados de queimadura e/ou parada cardíaca em decorrência de acidentes por fatores elétricos

Este questionamento, visava entender entre os entrevistados, os casos de ocorrência de acidente de origem elétrica que acarretaram em queimaduras e/ou parada cardíaca, e como ocorreu o acidente em questão. Abaixo, seguem alguns dos comentários apresentados pelos entrevistados:

- **Comentário 01:** “Um colega de trabalho, foi lavar o carro na casa dele, com aquelas lavadoras de alta pressão, precisou usar uma extensão elétrica para isso. A extensão estava com um ponto descascada. Na hora que ele estava lavando o carro teve uma fuga de corrente, essa corrente veio pela água, como ele estava todo molhado, ele levou um choque elétrico e faleceu na hora em decorrência de uma parada cardíaca.”
- **Comentário 02:** “O eletricista foi fazer uma manutenção em uma luminária, deixou o fio fase encostar no metal da estrutura do gesso... Em seguida uma outra pessoa que estava fazendo a instalação do gesso, encostou na estrutura metálica do gesso e tomou um choque elétrico, caiu da escada por conta do choque e teve parada cardíaca...”
- **Comentário 03:** “Um colega estava trocando uma antena de tv, a antena encostou na rede de alta tensão e veio a óbito.”
- **Comentário 04:** “Choque com poste metálico. Veio a óbito.”
- **Comentário 05:** “Sim o meu amigo de trabalho ao realizar um serviço de rotina, teve uma parada cardiorrespiratória devido um cabo elétrico solto no barramento do painel que ele estava trabalhando no momento...”
- **Comentário 06:** “Uma obra em um prédio, o trabalhador foi movimentar uma barra de ferro e bateu na alta tensão o lançando para longe desacordado. A corrente elétrica do choque, saiu no calcanhar dele, teve queimaduras, porém sobreviveu.”
- **Comentário 07:** “Durante a execução de um trabalho em uma empresa no qual trabalhava, um colega realizava manutenção num quadro de distribuição, onde deixou cair uma chave de fenda nos barramentos, causando um curto circuito e consequentemente um arco elétrico, onde ocasionou queimaduras graves na extensão do seu corpo...”

- **Comentário 08:** “Uma criança que estava brincando em cima de quadro de energia antigo no pátio na praia de Ibiraquera-SC, pisou em uma lata usada para a chuva escoar, levou um choque nos pés e que acarretou em um corte de 4 centímetros em um dos pés.”
- **Comentário 09:** “Meu irmão que estava ajudando meu pai, levou um choque elétrico em uma extensão elétrica, o fio estava desencapado e teve queimaduras em uma das mãos.”
- **Comentário 10:** “A pessoa foi mexer no chuveiro e levou um choque.”
- **Comentário 11:** “Uma cafeteira com fuga de corrente elétrica, sofri um choque e tive uma parada cardíaca.”
- **Comentário 12:** “Sofri um choque elétrico em uma betoneira.”

Como podemos observar pelos comentários indicados acima, a ocorrência de choques elétricos é corriqueira e pode ocorrer com pessoas leigas até eletricitários.

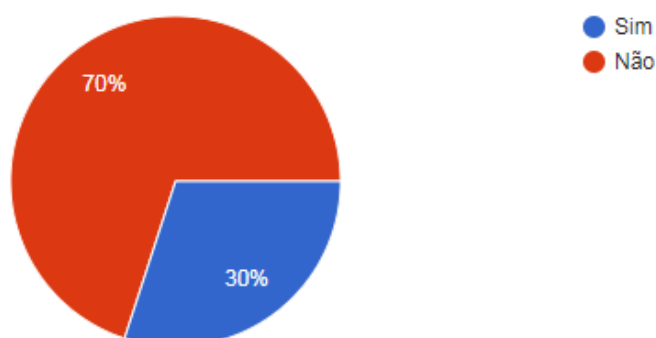
5.2.6 Questionamento 09 – Ocorrência de óbitos em decorrência de acidentes de origem elétrica

O intuito do questionamento a seguir, era saber a média de pessoas, entre os entrevistados, que já tiveram contato com acidentes de origem elétrica, que vitimou de maneira definitiva um ser humano. Cerca de 30% dos entrevistados, alegaram saber de algum caso de acidente de origem elétrica que levou a óbito o acidentado, conforme indicado no Gráfico 19.

Gráfico 19 – Questionamento 09

Você conhece alguém que já veio a óbito por conta de acidentes de origem elétrica como choques ou ainda arco elétrico?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

5.2.7 Questionamento 10 – Dispositivo DR

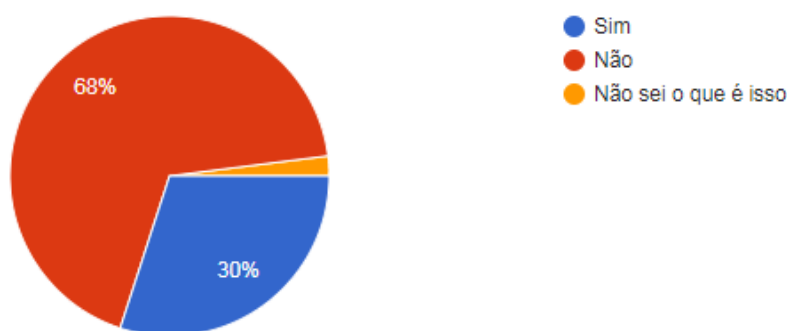
Uma das medidas de controle do risco elétrico citada na NR 10, tópico 10.2.8.2.1 é o seccionamento automático de alimentação, ou seja, na ocorrência de, por exemplo, um choque elétrico, um dispositivo deve de forma automática fazer o seccionamento, ou seja, a abertura do circuito, cessando a corrente elétrica que está alimentando este choque. Um dos dispositivos mais conhecidos que desempenha esta função de seccionamento automático é o Dispositivo Diferencial Residual, cujo detalhamento do seu funcionamento foi abordado no tópico 4.3 deste trabalho.

O objetivo deste questionamento era saber se, nas instalações elétricas da residência do entrevistado, existe o dispositivo diferencial residual, popularmente conhecido como DR. O resultado surpreendeu negativamente, pois 68% dos entrevistados alegaram que suas residências não possuem o DR instalado e 2% ainda alegaram que não sabem o que é isto, como indicado no Gráfico 20.

Gráfico 20 – Questionamento 10

Na sua residência existe o dispositivo diferencial residual, popularmente conhecido como DR ?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

De acordo com a NBR 5410, tópico 5.1.3.2.2, o DR tem seu uso obrigatório desde 1997, nos casos citados abaixo:

- Os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
- Os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;

- c) Os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- d) Os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- e) Os circuitos que, em edificações não-residenciais, sirvam a pontos de tomada situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

A proteção dos circuitos contra choque elétrico pode ser realizada individualmente, por ponto de utilização, ou ainda, por circuito ou por grupo de circuitos com o DR.

5.2.8 Questionamentos 11, 12, 13 e 14 – Chuveiro Elétrico

Os questionamentos envolvidos neste tópico tinham por objetivo verificar se a residência do entrevistado possuía chuveiro elétrico. Se existisse o chuveiro elétrico, qual a quantidade de chuveiros presentes nesta instalação. Tinham por objetivo saber qual a potência elétrica destes chuveiros e como este está conectado na rede de energia elétrica da residência do entrevistado.

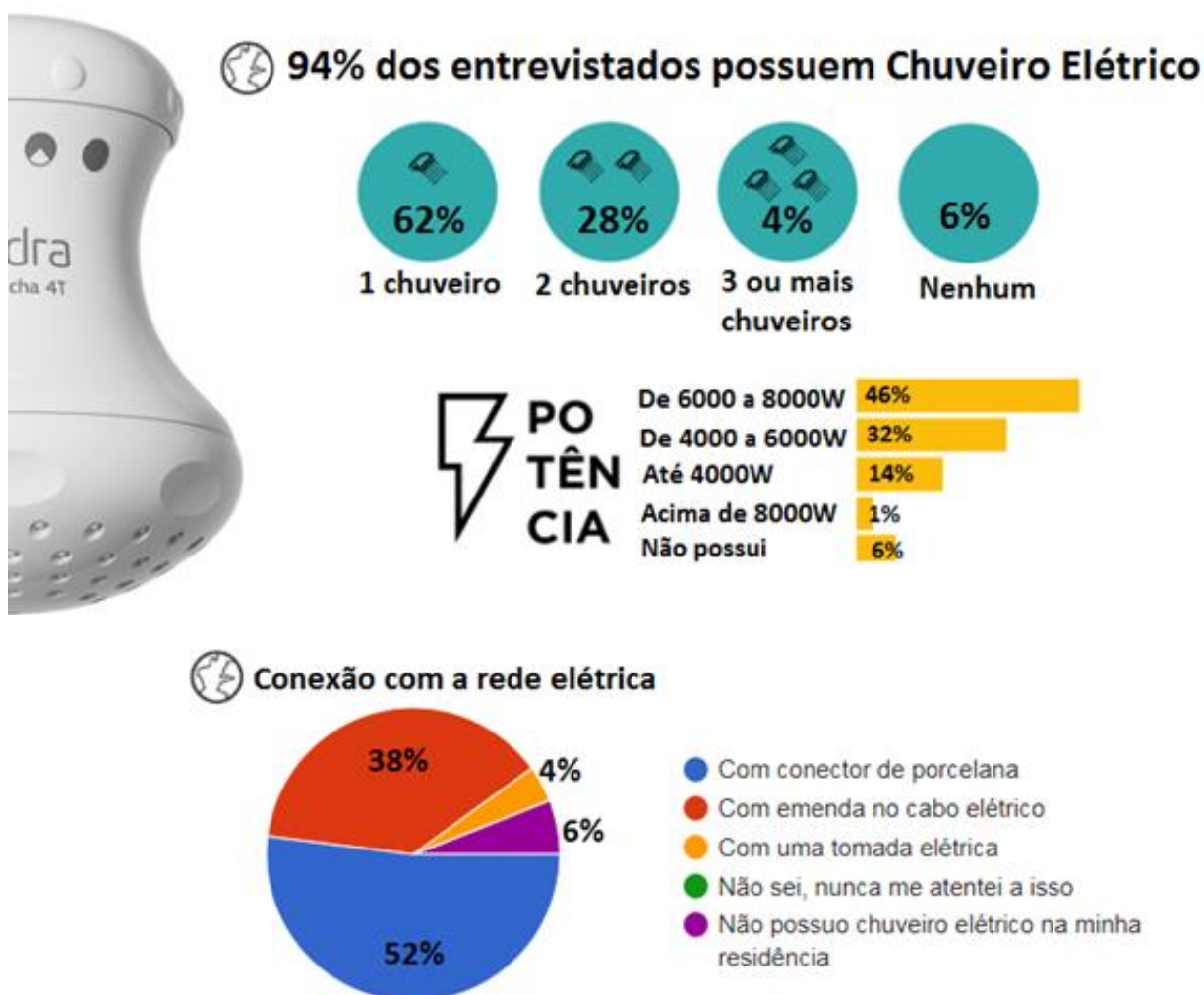
Muitas vezes, instalações elétricas mais antigas, ou seja, que estão instaladas ou em uso a mais de 15 a 20 anos, nesta época utilizava-se chuveiros elétricos de menor potência elétrica, pois era a tecnologia que existia. Porém ao fazer a troca de um chuveiro por um novo, o usuário pode estar gerando um risco de acidente elétrico, por conta de a instalação não estar preparada para tal situação, gerando a sobrecarga de circuitos. Ao utilizar um chuveiro de menor potência elétrica, conseqüentemente demandará de um condutor com uma seção transversal (bitola) menor. Porém ao trocar um chuveiro mais antigo por um novo, sem verificar as condições do condutor, é um erro, pois este poderá aquecer, gerando sobrecarga e probabilidade de ocorrências de curto circuito e princípios de incêndio.

Uma outra situação é a de uma residência que inicialmente possuía apenas um chuveiro elétrico e que, com o passar do tempo, o usuário faz a instalação de novos chuveiros elétricos sem se preocupar com o padrão de entrada de energia elétrica de sua residência. Um chuveiro elétrico tradicionalmente encontrado hoje em dia nas lojas de materiais de construção possui uma potência elétrica média de 7700W. Um padrão monofásico residencial, da concessionária CELESC, em uma tensão monofásica 220V, não poderá ter uma carga total instalada na unidade consumidora superior a 15kW, ou seja, se em uma residência com este

padrão monofásico é instalado 1 chuveiro, este já é responsável por basicamente 50% da carga instalada nesta residência. Se for necessária a instalação de 2 chuveiros, então será necessário fazer a troca também do padrão de entrada de energia elétrica desta residência, para que a instalação fique de acordo com as normas de padrão de entrada da concessionária.

A Figura 57 ilustra os resultados obtidos com os questionamentos feitos em relação ao chuveiro elétrico.

Figura 57 – Questionamento 11, 12, 13 e 14



Fonte: Autor, 2020.

Outro questionamento levantado com os entrevistados foi em relação ao tipo de conexão existente no chuveiro elétrico com a rede de energia elétrica de sua residência. De acordo com a NBR 5410, tópico 9.5.2.3, a conexão do aquecedor elétrico de água ao ponto de utilização deve ser direta, sem uso de tomada de corrente. Portanto, de maneira alguma, poderá ser utilizado tomadas e plugues, para a instalação de um chuveiro elétrico.

Dos entrevistados, 52% dos chuveiros estavam instalados com o conector de porcelana, que é ilustrado na Figura 58. Além de fazer o uso do conector de porcelana na bitola do condutor utilizado, é uma boa prática fazer o uso também da fita autofusão de borracha, apontado na mesma figura, com a finalidade de minimizar a umidade nas conexões elétricas. Por fim, para finalizar a conexão, é considerado também boa prática a utilização da fita isolante.

Figura 58 – Conector Porcelana e Fita Autofusão para Conexão do Chuveiro Elétrico



Fonte: Brasfort; 3M, 2020.

De acordo com a NBR 5410, tópico 6.2.8.10, é vedada a aplicação de solda a estanho na terminação de condutores, para conectá-los a bornes ou terminais de dispositivos ou equipamentos elétricos. Portanto, na conexão entre o condutor flexível com o conector de porcelana, ou qualquer outro tipo de conector utilizado em uma instalação elétrica, não é indicado o uso de solda nas terminações do condutor. É considerado uma boa prática, o uso de terminais de crimpagem nas terminações dos condutores, para garantir uma resistência mecânica alta e evitar pontos de sobrecarga no circuito elétrico. É mostrado na Figura 59, um dos terminais disponíveis no mercado e o alicate utilizado para fazer a crimpagem deste terminal.

Figura 59 - Terminal de Crimpagem



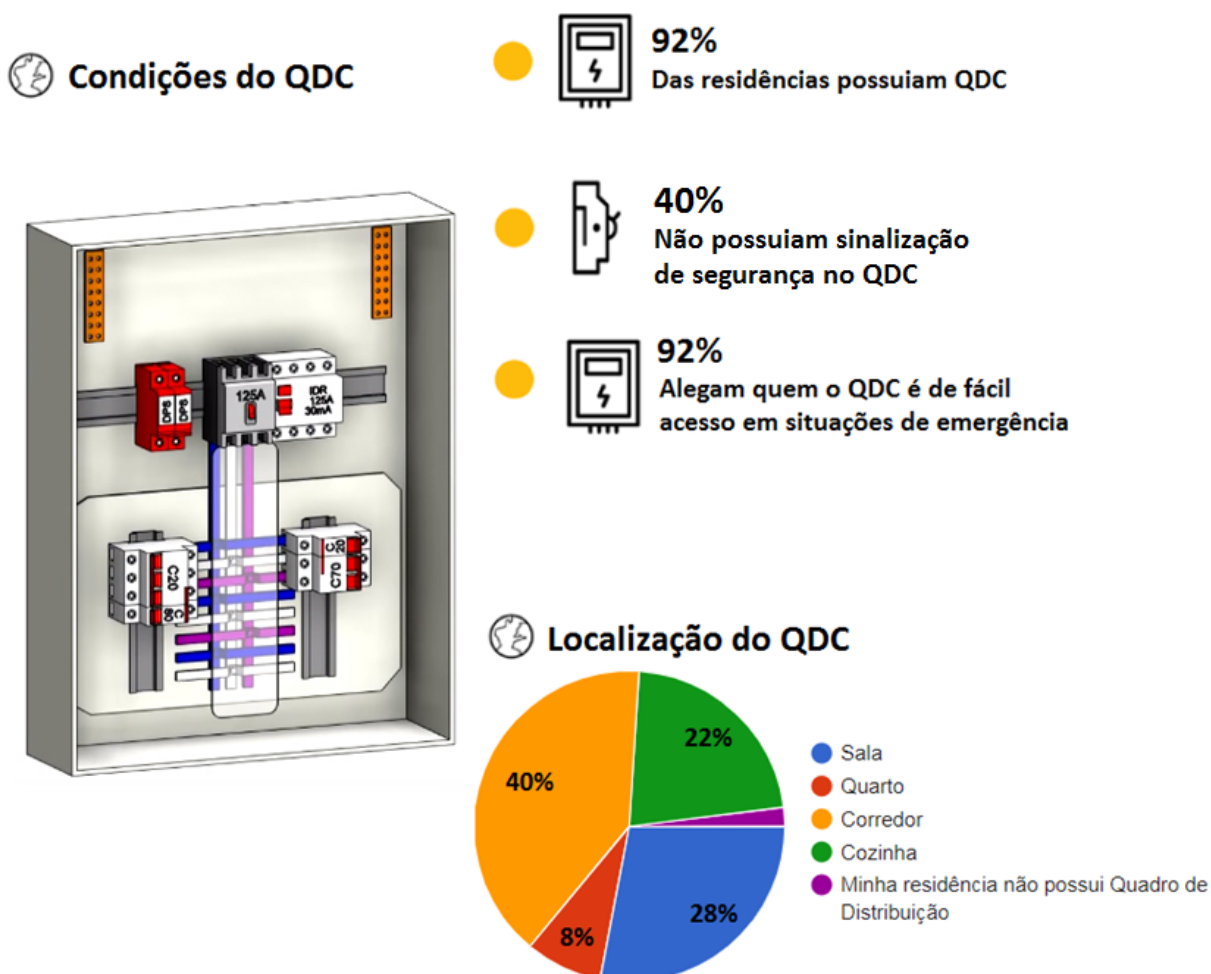
Fonte: Phoenix Contact, 2020.

5.2.9 Questionamentos 15, 16, 17, 18 e 19 – Quadro de Distribuição de Circuitos

O questionamento deste tópico foi em relação ao quadro de distribuição de circuitos (QDC) presente nas instalações elétricas da residência do entrevistado. Em relação ao QDC, foi questionado se na residência o mesmo existia pois, na prática, em instalações elétricas com idade superior de 15 a 20 anos, muitas das vezes o QDC não era instalado, ficando as instalações elétricas internas da residência sem a segurança devida. Em relação ao QDC, ainda foi questionado o local que o mesmo estava instalado, se o mesmo era de fácil acesso em situações de emergência e se o quadro de distribuição possuía as sinalizações de segurança, como determina a NR 10 no tópico 10.10.1, conforme ilustrado anteriormente na Figura 33 localizada na página 64.

Na Figura 60, são ilustrados os resultados obtidos com os entrevistados em relação aos questionamentos.

Figura 60 – Questionamentos 15, 16, 17 e 18



Fonte: Autor, 2020.

Segundo a NBR 5410, tópico 6.5.4.8, os conjuntos, em especial os quadros de distribuição, devem ser instalados em local de fácil acesso e ser providos de identificação do lado externo, legível e não facilmente removível. Portanto o QDC necessita de identificação externa, e também interna para cada componente alocado dentro deste.

Já em relação ao local que o QDC deve ser instalado, quanto mais próximo do quadro de medição melhor, devido ao custo com seção maior do cabo do ramal de entrada. O local de instalação do QDC deve ser sempre o mais próximo das maiores cargas da residência, cargas como o chuveiro elétrico, motores, ar condicionado, torneira elétrica, etc. Uma boa prática também é, se for possível, fazer a instalação do QDC em um local estratégico no qual se evite ou diminua as curvas gerando economia de material e facilidade na execução do projeto.

Outra questão que é bastante importante, de acordo com a NBR 5410, tópico 6.5.4.7, é de que no quadro de distribuição, deve ser previsto espaço de reserva para ampliações futuras, com base no número de circuitos com que o quadro for efetivamente equipado, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Quadros de Distribuição – Espaço de Reserva

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
$N > 30$	$0,15 N$

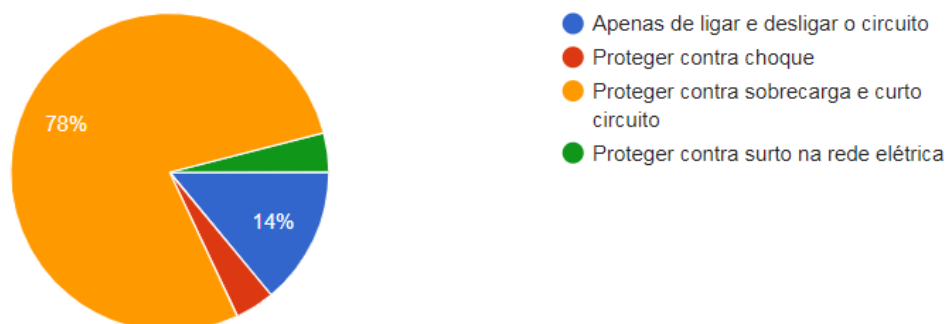
Fonte: NBR 5410, 2004.

Quando questionados em relação ao disjuntor termomagnético, em relação a sua funcionalidade em um quadro de distribuição de circuitos, a grande maioria respondeu corretamente, que a sua proteção é de atuar em situações de sobrecarga e/ou curto circuito. Porém, observa-se que uma parcela dos entrevistados, 14%, entende que um disjuntor tem a função de apenas ligar e/ou desligar um circuito elétrico, como indicado no Gráfico 21.

Gráfico 21 – Questionamento 19

No seu ponto de vista, qual é a função do disjuntor que fica dentro do quadro de distribuição?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

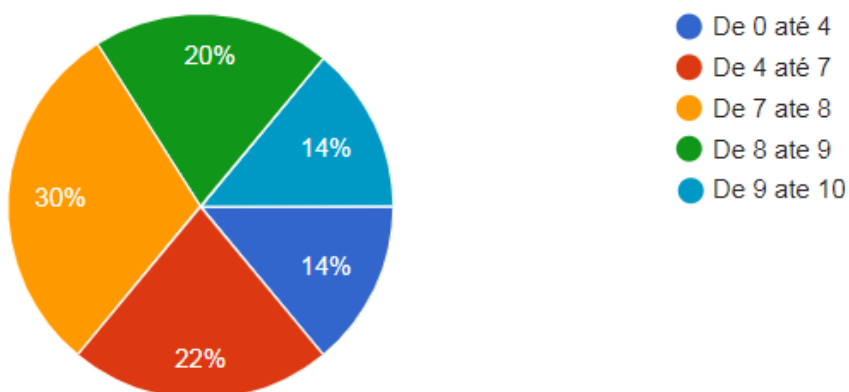
5.2.10 Questionamentos 20, 21 e 22 – Instalações Elétricas

Quando questionados em relação às condições gerais das instalações elétricas de suas residências, em uma escala de notas de 0 a 10, 36% dos entrevistados manifestaram que as instalações elétricas de suas residências mereciam receber uma nota igual ou inferior a 7,0. E apenas 14% manifestaram uma nota acima de 9 até 10 para as instalações elétricas de sua residência, como é indicado no Gráfico 22.

Gráfico 22 – Questionamento 20

Qual nota você daria para as instalações elétricas no geral da sua residência?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

Portanto, os moradores destas residências que indicaram notas baixas já tinham noções de que as instalações elétricas estavam ruins, mesmo assim não solicitaram mão de obra autorizada para a execução de uma manutenção corretiva.

A manutenção é uma das formas de prevenção contra acidentes de origem elétrica em residências unifamiliares, tais como o choque elétrico, que pode ocorrer por conta de algum condutor decapado ou ainda eletrodomésticos sem o aterramento devido.

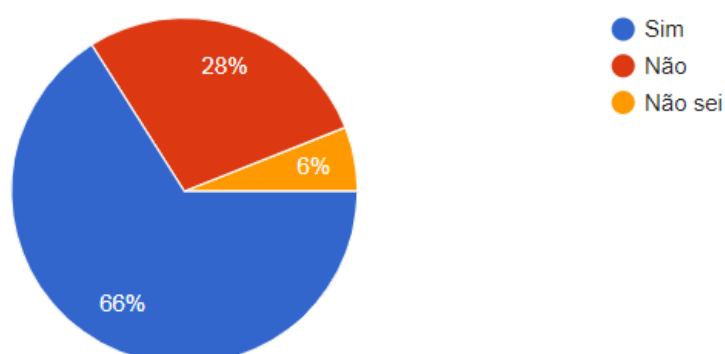
Outros tipos de acidentes, podem ser ocasionados por causa do mau uso da instalação elétrica pelo usuário final. Pode ser citado como exemplo, os incêndios por sobrecarga de circuito, como no caso do uso de vários equipamentos em uma mesma tomada de corrente que não tenha sido dimensionada para tal.

Em relação às condições das instalações elétricas, os entrevistados foram questionados quanto ao aterramento de proteção das tomadas, se em suas residências, este aterramento existia. O resultado deste questionamento é indicado no Gráfico 23, no qual 66% dos entrevistados alegaram que as instalações elétricas possuem aterramento de proteção nos circuitos elétricos. Porém, 28 % dos entrevistados alegaram que em suas residências o aterramento de proteção não existia. Basicamente 1/3 das instalações elétricas, não possuíam o aterramento de proteção, o que é preocupante, pois este aterramento é fundamental para a proteção do ser humano quanto ao risco do choque elétrico nas instalações elétricas em geral.

Gráfico 23 – Questionamento 21

As instalações elétricas da sua casa possuem aterramento de proteção nas tomadas?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

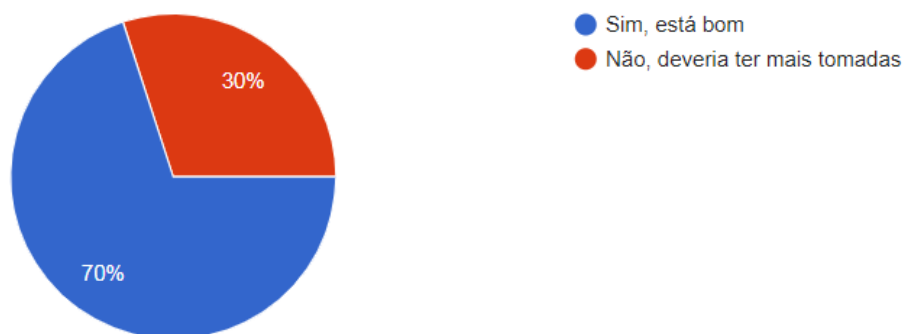
De acordo com a NBR 5410, tópico 5.1.2.2.3.6, todo circuito deve dispor de condutor de proteção, em toda sua extensão, portanto é primordial o aterramento nas instalações elétricas.

Tratando ainda sobre as condições das instalações elétricas, os entrevistados foram questionados em relação à quantidade de tomadas de corrente elétrica existentes nos cômodos de suas residências, o resultado é ilustrado no Gráfico 24.

Gráfico 24 – Questionamento 22

Você considera que sua residência possui uma quantidade boa de números de tomadas elétricas nos cômodos?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

Dos entrevistados, 70% alegam que a quantidade de tomadas nos cômodos de suas residências está de acordo com as suas necessidades. É primordial que as instalações elétricas sejam dimensionadas conforme o que é indicado na NBR 5410, tópico 4.2.1.2.3, no que diz respeito aos critérios de dimensionamento dos pontos de tomadas pois, se o dimensionamento é feito corretamente, pode-se minimizar o uso de adaptadores elétricos, extensões elétricas e benjamins, diminuindo, conseqüentemente, as probabilidades de ocorrências de sobrecargas elétricas e princípios de incêndios.

5.2.11 Questionamentos 23 e 24 – Mão de obra contratada

De acordo com a NR 10, tópico 10.4.1, as instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas por um profissional autorizado, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários que venham a ter contato com as instalações elétricas em geral.

Tratando sobre o profissional autorizado, de acordo com a NR 10 apresenta tópicos:

- a) 10.8.1: É considerado trabalhador qualificado aquele que comprovar conclusão de curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino.
- b) 10.8.2: É considerado profissional legalmente habilitado o trabalhador previamente qualificado e com registro no competente conselho de classe.
- c) 10.8.3: É considerado trabalhador capacitado aquele que atenda às seguintes condições, simultaneamente:
 - a) receba capacitação sob orientação e responsabilidade de profissional habilitado e autorizado; e
 - b) trabalhe sob a responsabilidade de profissional habilitado e autorizado.
- d) 10.8.4: São considerados autorizados os trabalhadores qualificados ou capacitados e os profissionais habilitados, com anuência formal da empresa.

Os tópicos citados acima, podem ser facilmente interpretados pelo fluxograma indicado na Figura 61.

Figura 61 – Fluxograma Habilitação, Qualificação, Capacitação e Autorização de trabalhadores



Fonte: NR 10, 2016.

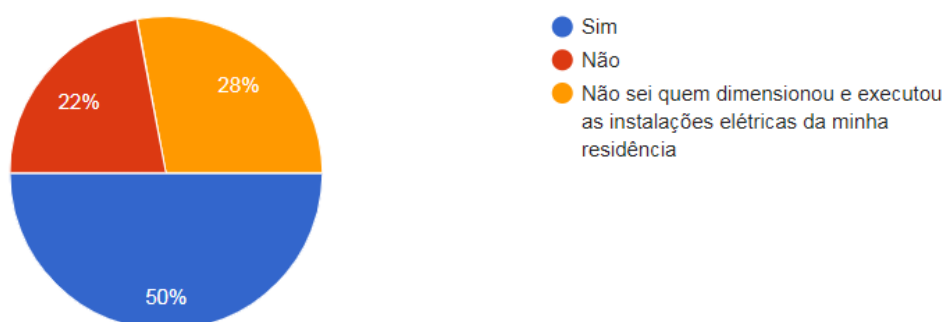
Portanto, de acordo com a NR 10, só poderão intervir nas instalações elétricas, o profissional legalmente autorizado, logo é de extrema importância que a mão de obra contratada para executar um determinado serviço elétrico, atenda a estes quesitos da NR 10.

Foi questionado aos entrevistados se as instalações elétricas atuais de suas residências haviam sido dimensionadas e executadas por um profissional legalmente autorizado para tal. 22% dos entrevistados alegaram que o profissional não era autorizado e 28% não sabiam informar quem dimensionou e executou as instalações elétricas, como indicado no Gráfico 25.

Gráfico 25 – Questionamento 23

As instalações elétricas de sua residência foram projetadas por uma pessoa qualificada e autorizada para tal função?

50 respostas



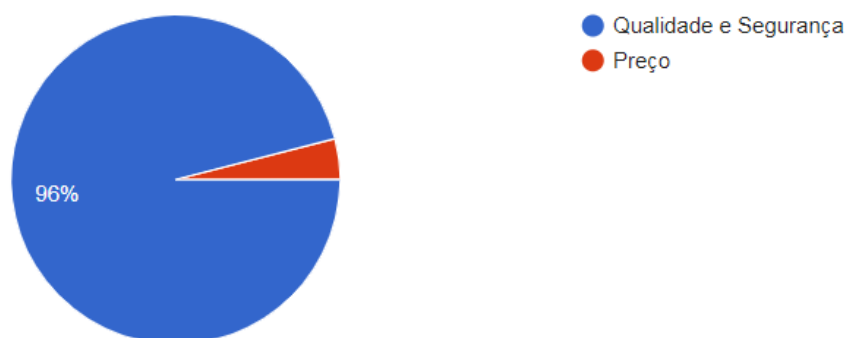
Fonte: Autor, 2020.

Outro questionamento feito foi sobre quando foi necessário fazer alguma intervenção nas instalações elétricas, se o entrevistado preocupava-se mais com o preço final que o eletricitário iria lhe cobrar para tal tarefa, ou se a preocupação maior era em relação à qualidade e segurança que esta mão de obra escolhida iria proporcionar a tal serviço. 96% dos entrevistado indicaram que se preocupam mais, na hora da contratação da mão de obra, com a qualidade e segurança do que o preço, como indicado no Gráfico 26.

Gráfico 26 – Questionamento 24

Quando você precisa fazer manutenções elétricas em sua casa, você se preocupa com a qualidade e segurança no serviço ou o que importa mais é o preço?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

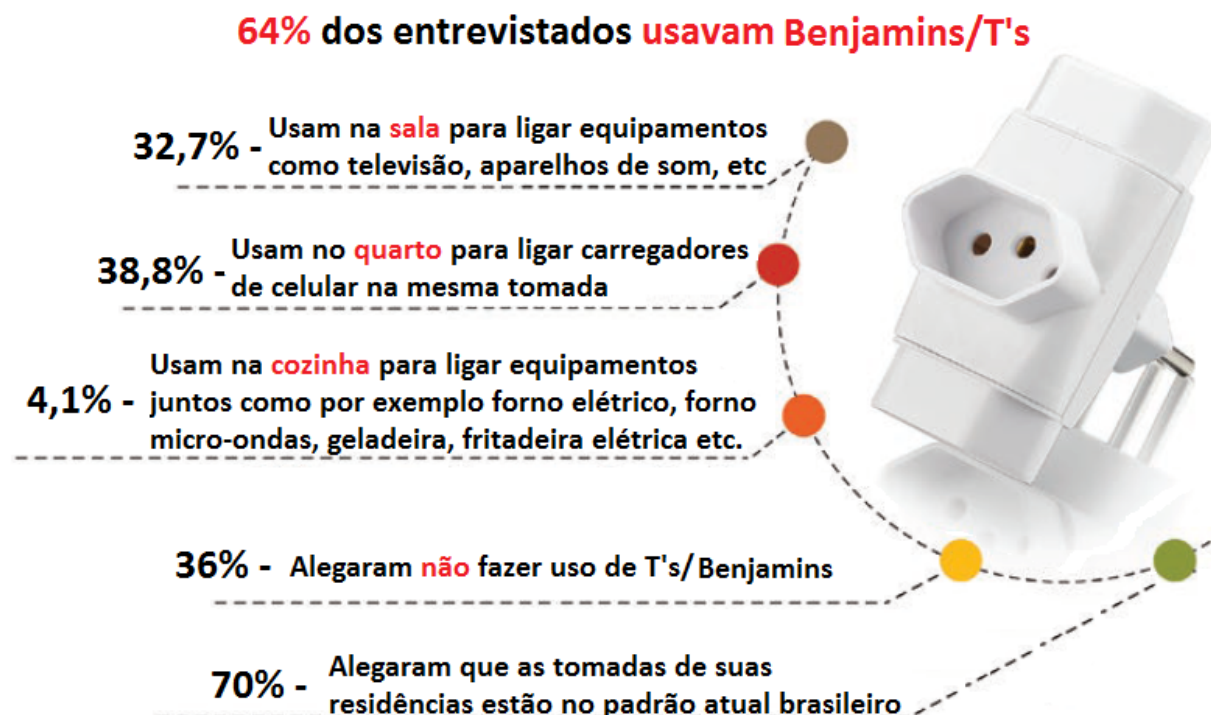
5.2.12 Questionamentos 25, 26, 27, 28 e 29 – Uso de Benjamins e Adaptadores Elétricos

Em relação aos dispositivos que permitem a ligação simultânea de mais de um aparelho à mesma tomada de corrente, no caso os benjamins ou T's, os diversos perigos envolvidos no uso dos mesmos já foram citados anteriormente no tópico 3.3 deste trabalho, situado na página 61.

Os entrevistados, portanto, foram questionados se faziam uso destes dispositivos em suas casas e, se faziam, para qual finalidade usavam os benjamins.

Além de serem questionados se usavam adaptadores elétricos em suas residências, também foi questionado se as tomadas de suas residências estavam atualizadas de acordo com o padrão atual brasileiro, conforme a NBR 14136. Na Figura 62, são ilustrados os resultados obtidos com estes questionamentos.

Figura 62 – Questionamento 25, 26, 27 e 28

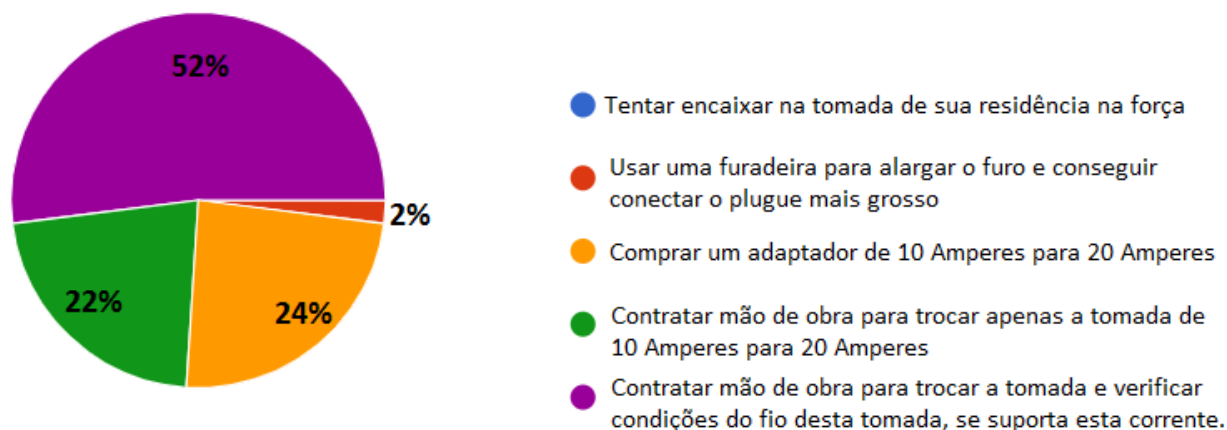


Fonte: Autor, 2020.

Já o questionamento 29 foi em relação a uma situação corriqueira no dia a dia dos brasileiros, era solicitado ao entrevistado que imaginasse a seguinte situação: Você comprou um novo eletrodoméstico, ao chegar em casa percebe que o eletrodoméstico possui um plugue um pouco mais grosso (20 Amperes) e não consegue conectar na tomada de sua residência que é de 10 Amperes. Portanto, diante desta situação, foi solicitado ao entrevistado qual será a atitude que ele iria tomar.

No Gráfico 27, são ilustrados os resultados obtidos com este questionamento. 24% dos entrevistados alegaram que comprariam um adaptador para fazer esta conexão, sendo isso altamente perigoso para as instalações elétricas de suas residências. 22% alegaram que bastaria trocar apenas a tomada de 10A por uma de 20A, sendo que é necessário verificar como estão as condições do condutor para constatar que o circuito estará seguro para uso futuro. 52% dos entrevistados tomariam a atitude correta, que seria contratar uma mão de obra qualificada e autorizada para tal, a fim de trocar a tomada e verificar as condições deste circuito elétrico que seria utilizado para a alimentação elétrica deste novo eletrodoméstico.

Gráfico 27 – Questionamento 29



Fonte: Autor, 2020.

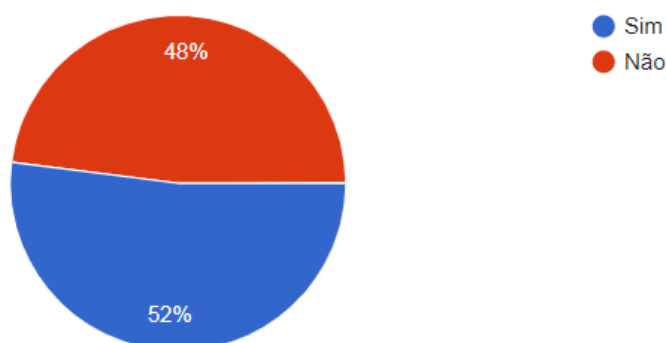
5.2.13 Questionamentos 30 – Curso segurança em eletricidade

O último questionamento feito aos entrevistados, foi em relação a cursos na área de segurança. Foi questionado aos entrevistados, se em algum momento ele já tinham feito algum curso na área da segurança em eletricidade. 52% dos entrevistados alegaram que já fizeram algum curso na área, conforme ilustrado no Gráfico 28.

Gráfico 28 – Questionamento 30

Você já fez algum curso específico de segurança em eletricidade?

50 respostas



Fonte: Autor, 2020.

É primordial que eletricitários que atuem na área façam o curso de NR 10 básico para estarem autorizados legalmente a atuarem como eletricistas. O curso de NR 10 é composto basicamente por 4 disciplinas, que são elas:

- a) Riscos elétricos – Aonde são abordados os riscos elétricos que o profissional está exposto no seu dia a dia de trabalho;
- b) Normas e legislação – Aonde é abordado sobre legislação específica ao setor elétrico;
- c) Primeiros socorros – De acordo com o tópico 10.12.2, da NR 10, os trabalhadores autorizados devem estar aptos a executar o resgate e prestar primeiros socorros a acidentados, especialmente por meio de reanimação cardiorrespiratória. Portanto no curso de NR 10 é trabalhada as principais formas de primeiros socorros com acidentes de origem elétrica;
- d) Prevenção e combate à incêndios – Aonde é abordado sobre como prevenir e combater princípios de incêndios.

Porém, estes conhecimentos são importantes não apenas ao eletricitário, que atua diariamente em sua função, são conhecimentos de extrema importância também a usuário final de energia elétrica.

São conhecimentos como estes, que um simples ato pode salvar vidas diante de situações de acidentes domésticos, portanto torna-se de extrema importância a oferta de cursos de segurança deste gênero a toda população, com o objetivo de diminuir os índices de acidentes domésticos que são publicados anualmente pela ABRACOPEL.

6 INSPEÇÕES VISUAIS – ESTUDO DE CASO

Neste capítulo serão abordadas as situações encontradas nas inspeções visuais em residências localizadas no município de Palhoça-SC. Serão apresentadas situações positivas que atendem normas vigentes e também situações negativas, ou seja, que estão em desacordo com as normas vigentes e que tenham um potencial de geração de acidentes por fatores elétricos.

6.1 METODOLOGIA PARA ESTE ESTUDO DE CASO

Para a análise visual, foi solicitado via aplicativo de mensagens, a conhecidos do acadêmico que moram no município de Palhoça-SC, que enviassem fotos das instalações elétricas de sua residência. Foi adotada esta metodologia em decorrência do conflito de datas no cronograma, na etapa das inspeções visuais, para o estudo de caso, terem coincidido com a pandemia mundial do Coronavírus, e por meio de decretos estaduais, foi imposto o isolamento social. Por conta disso, optou-se então pelo não deslocamento até as residências a serem inspecionadas, prezando pela saúde de todos.

Dentre as imagens recebidas pelo acadêmico foram então filtradas 3 residências situadas neste município. Por questões de sigilo de imagem, nenhuma das residências será citada o seu endereço ou ainda os nomes de moradores. Trataremos como anônimas as residências indicadas neste documento.

Para a análise do estudo de caso, foram adotadas as realidades de 3 residências com idades distintas, onde:

- a) **Residência 01:** Edificação unifamiliar cuja idade das instalações elétricas ficam em torno dos 20 anos de uso;
- b) **Residência 02:** Edificação unifamiliar cuja idade das instalações elétricas ficam em torno dos 10 anos de uso;
- c) **Residência 03:** Edificação unifamiliar cuja idade das instalações elétricas ficam em torno dos 5 anos de uso.

Foram adotadas também, para este estudo de caso, perspectivas abordadas no tópico 4, situado na página 77 deste documento, além de verificações de situações abordadas no tópico 5, situado na página 95 do mesmo.

6.2 PRESENÇA DO PROJETO ELÉTRICO

O projeto elétrico de uma edificação unifamiliar é de extrema importância, pois é neste documento que são dimensionados todos os componentes necessários em tal instalação seguindo padrões de normas técnicas. É na etapa do projeto elétrico que são dimensionados todos os componentes elétricos situados em uma residência.

O projeto elétrico deve ser elaborado por um profissional habilitado, ou seja, aquele que tem registro no conselho de classe, no caso técnicos com registro no CFT (Conselho Federal dos Técnicos Industriais) ou ainda engenheiros com registro no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia). Estes profissionais com devida habilitação, estarão aptos a dimensionar uma instalação elétrica de uma residência unifamiliar alimentada em baixa tensão, seguindo critérios determinados principalmente pela NBR 5410.

Na etapa do projeto são dimensionados itens tais como:

- a) Quantidade mínima e a potência elétrica das tomadas de corrente elétrica em cada cômodo;
- b) Potência de iluminação de cada cômodo;
- c) Circuitos de cargas especiais;
- d) Seção transversal (bitola) dos condutores a serem utilizados;
- e) Dispositivos de proteção contra sobrecarga, curto circuito, choque elétrico e surto;
- f) Quadro de cargas.

Em particular, nas 3 residências aonde foram feitas as inspeções visuais, apenas a residência 03 apresentava o projeto elétrico, ou seja, em apenas uma das residências foram dimensionados os itens citados anteriormente de acordo com normas técnicas. O projeto existia apenas na residência que apresentava uma idade inferior, de 5 anos.

6.3 SITUAÇÃO DOS CONDUTORES ELÉTRICOS

Todos os condutores devem ser identificados quanto à sua função. Para os condutores de proteção conforme indicado na Figura 63, sua isolação deve ser verde-amarela ou somente verde, sendo essas cores exclusivas para identificação de condutores de proteção. Se o condutor tiver as duas funções: neutro e proteção, o chamado condutor PEN deverá ter

isolação na cor azul-claro, com anilhas verde-amarelo nos pontos visíveis ou acessíveis. Qualquer condutor isolado, utilizado como condutor de fase deve ser identificado de acordo com essa função, quando for identificado por cor não pode adotar as cores de condutores de neutro e proteção. (NBR 5410, 2004).

Figura 63 - Principais Cores dos Condutores de uma Instalação Elétrica

FASE		
	VERMELHO	PRETO
		
	BRANCO	AMARELO
NEUTRO		
	AZUL	
TERRA		
	VERDE	VERDE E AMARELO

Fonte: SMF Cabos Elétricos, 2020.

Os condutores elétricos são indispensáveis em uma instalação elétrica. Estes condutores podem ser do tipo rígido, que é composto por apenas um fio maciço na seção transversal especificada pelo fabricante, ou ainda podem ser do tipo flexível, que é composto por vários fios de seção transversal pequena, no qual o agrupamento destes vários fios gera um condutor na seção transversal especificada pelo fabricante. Condutores rígidos e flexíveis especificados na mesma seção transversal e material terão a mesma capacidade de condução elétrica. Porém, atualmente, na prática, os condutores flexíveis são mais utilizados quando se trata de instalações elétricas alimentadas em baixa tensão, por conta da sua maleabilidade e facilidade de trabalho em relação aos condutores rígidos.

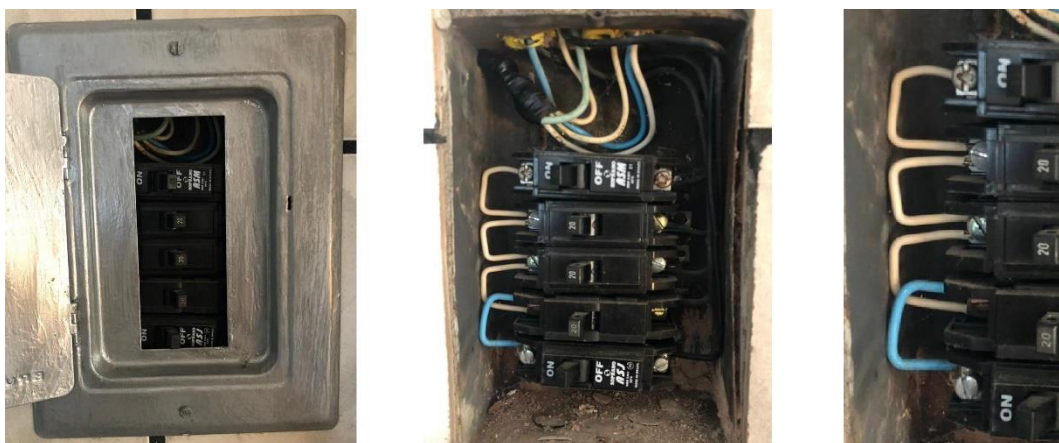
Nas residências inspecionadas encontrou-se ambos os tipos de condutores. Na residência mais antiga, no caso a residência 01, toda instalação elétrica foi executada utilizando-se os condutores rígidos, já nas residências mais novas, no caso as residências 02 e 03, as instalações elétricas foram executadas utilizando-se os condutores flexíveis.

De acordo com a NBR 5410, tópico 6.2.6.1.1, a seção transversal (bitola) dos condutores de um circuito de iluminação não devem ser inferior a $1,5\text{mm}^2$, assim também como de um circuito de tomadas de corrente elétrica não deve ser inferior a $2,5\text{mm}^2$.

Na residência 01, havia condutores com uma seção transversal inferior a $2,5\text{mm}^2$ nos circuitos de tomadas de corrente elétrica da residência, assim também como o condutor do circuito do chuveiro elétrico, que estava com uma seção transversal inferior em relação ao

correto dimensionamento do circuito. No quadro de distribuição elétrico desta residência, o barramento foi executado utilizando pedaços de condutores rígidos, como indicado na Figura 64, a seção transversal deste condutor utilizado como barramento é muito inferior ao recomendável, pois pelo barramento irá circular a corrente total da residência. Observa-se também que o padrão de cores indicado anteriormente, não foi seguido na instalação elétrica desta residência.

Figura 64 – Condições dos Condutores Elétricos - Residência 01



Fonte: Autor, 2020.

Na residência 02 também foi encontrado este tipo de barramento, porém observa-se pela Figura 65, que o condutor utilizado como barramento possui uma seção transversal maior que o encontrado na residência 01, consequentemente terá uma capacidade de condução de corrente elétrica maior, trazendo maior segurança para as instalações elétricas. Observa-se que foi maximizada a segurança das instalações elétricas, utilizando nos condutores o terminal de crimpagem, que foi citado anteriormente na Figura 59 situada na página 108 deste documento. Nesta instalação elétrica, observa-se que o padrão de cores citado anteriormente foi seguido.

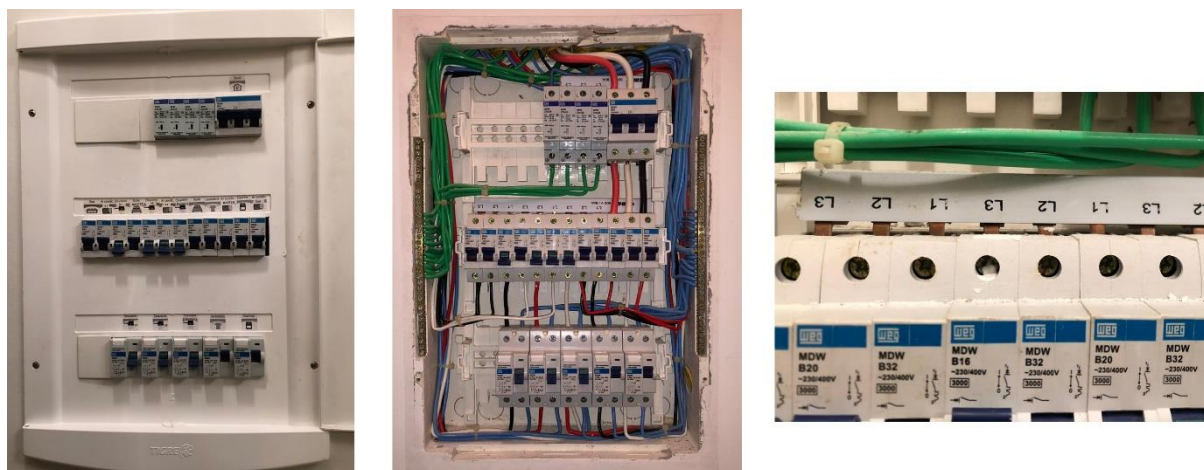
Figura 65 - Condições dos Condutores Elétricos - Residência 02



Fonte: Autor, 2020.

Neste caso do barramento, que ambos os quadros foram feitos utilizando condutores elétricos, é uma boa prática fazer o uso do barramento do tipo pente, conforme utilizado nas instalações elétricas da residência 03, indicado na Figura 66. Observa-se que as instalações elétricas da residência 03 seguiram a padronização de cores de condutores elétricos.

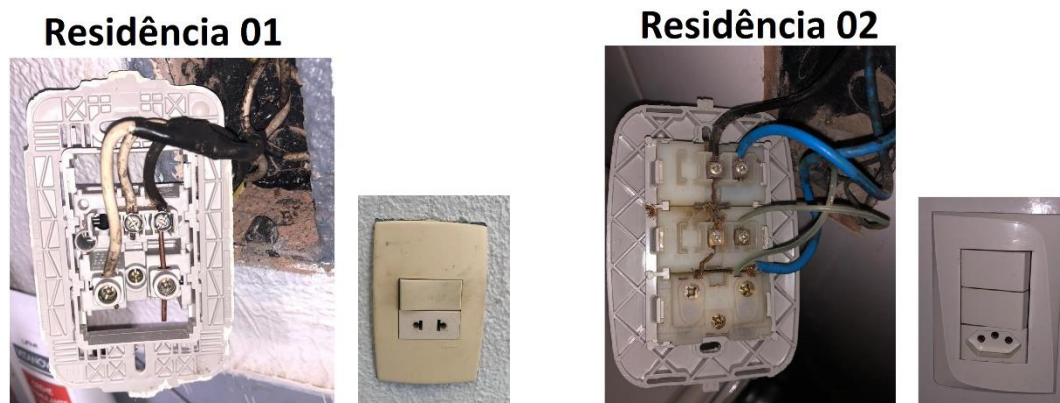
Figura 66 - Condições dos Condutores Elétricos - Residência 03



Fonte: Autor, 2020.

Além destas situações citadas anteriormente, nas residências 01 e 02, encontrou-se situações de risco a pessoas que venham prestar algum tipo de manutenção futura a estas instalações, pois observa-se pela Figura 67, que o circuito vivo está exposto na parte interna das caixas de passagem, pois a sua instalação foi executada de maneira insegura, além de ser verificado que os condutores de retorno utilizados na iluminação da residência 02, eram condutores certificados para sistemas de som, que não deveriam ter sido utilizados para esta finalidade.

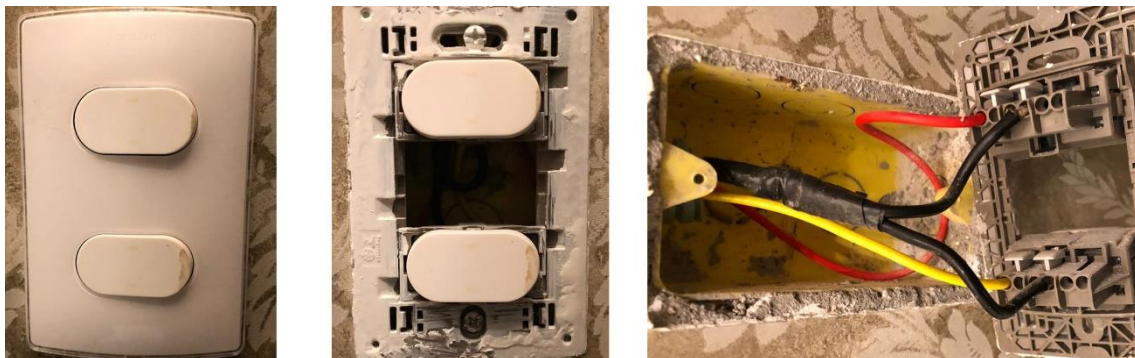
Figura 67 - Condições das Instalações - Residência 01 e 02



Fonte: Autor, 2020.

Na necessidade da instalação de dois ou mais interruptores ou ainda tomadas de corrente elétrica, é indicado como uma boa prática, fazer a instalação através de uma emenda de derivação no condutor fase, como foi executada na residência 03, indicado na Figura 68.

Figura 68 - Condições das Instalações - Residência 03



Fonte: Autor, 2020.

6.4 PRESENÇA DO ATERRAMENTO DE PROTEÇÃO

O aterramento das instalações é um dos pontos mais importantes presentes em uma instalação elétrica, este tem como objetivo a garantia da segurança para o ser humano e o bom funcionamento dos dispositivos elétricos.

Em relação a sua aplicação, este pode ser dividido em aterramento de proteção ou ainda em aterramento funcional.

O aterramento de proteção consiste na ligação à terra das massas e elementos condutores estranhos a instalação, com o objetivo de limitar o potencial entre esses elementos e a terra a um valor seguro, sob condições normais e anormais de funcionamento.

Já o aterramento funcional é a ligação a terra do condutor neutro na origem da instalação. Seus objetivos são definir e estabilizar a tensão da instalação em relação a terra durante o funcionamento.

Os tipos de sistemas de aterramento elétrico já foram abordados anteriormente no tópico 4.1 situado na página 77 deste documento. O aterramento de proteção nada mais é do que uma medida de prevenção de acidentes de origem elétrica, é um caminho alternativo para correntes de fuga que teriam uma probabilidade de geração de choques elétricos, podendo acarretar em acidentes.

Entre as residências inspecionadas, apenas uma entre as três residências apresentaram o aterramento funcional em toda a extensão das instalações elétricas, a residência

03. As demais residências apresentaram apenas o aterramento funcional, presente no padrão de entrada da concessionária local, no caso, a CELESC, pois é obrigatório o aterramento do neutro no quadro de medição.

A residência 01, não apresentou algum tipo de aterramento de proteção nas tomadas de corrente elétrica, conforme indicado na Figura 69.

Figura 69 - Tomadas de Corrente Elétrica Residência 01



Fonte: Autor, 2020.

Além de não apresentar o aterramento de proteção, as tomadas foram instaladas de forma incorreta nesta residência, não é indicado a conexão de pontos de derivação no contato elétrico da tomada, pois poderá se tornar um ponto de aquecimento potencial para geração de acidentes. Portanto, na derivação de condutor de um circuito com a finalidade de conexão de várias tomadas pertencentes ao mesmo circuito, é uma boa prática a conexão através de emendas elétricas bem executadas pelo profissional autorizado ou ainda, fazer o uso de conectores para tal finalidade.

A mesma residência citada anteriormente, apresentou o aterramento do tipo TN-C no chuveiro, conforme observa-se na Figura 70 a junção do condutor de proteção (fio verde) com o condutor neutro (fio azul) da rede de alimentação para o circuito do chuveiro elétrico.

Figura 70 - Aterramento de Proteção do Chuveiro Residência 01



Fonte: Autor, 2020.

A topologia TN-C é perigosa no caso de ruptura do condutor neutro, conforme indicado anteriormente na Figura 39, ainda torna-se inviável a instalação do IDR, sendo que a NBR 5410 indica a instalação deste dispositivo de proteção contra choque elétrico em pontos de aquecimento de água.

A residência 02 também não apresentou nenhum tipo de aterramento nos circuitos elétricos de sua edificação, conforme ilustrado na Figura 71 onde observa-se a inexistência do aterramento de proteção nas tomadas de corrente elétrica.

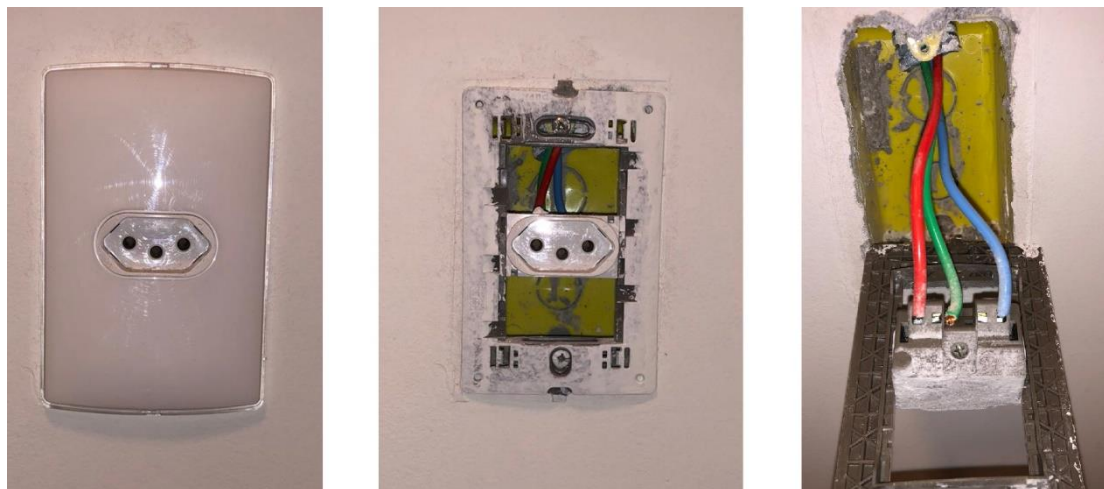
Figura 71 - Tomadas de Corrente Elétrica Residência 02



Fonte: Autor, 2020.

Como citado anteriormente, a residência 03 apresentou o aterramento de proteção em suas instalações elétricas, como pode ser observado anteriormente no QD indicado na Figura 66, e também nas tomadas de corrente elétrica indicado na Figura 72.

Figura 72 - Tomadas de Corrente Elétrica Residência 03



Fonte: Autor, 2020.

6.5 PRESENÇA DE ADAPTADORES, BENJAMINS OU EXTENSÕES ELÉTRICAS

Em relação aos adaptadores, benjamins ou ainda extensões elétricas, todas as 3 residências inspecionadas apresentaram algum destes dispositivos elétricos.

Estes dispositivos devem ser usados de forma consciente e em situações específicas, que tenham sido projetadas e sejam seguras, assim como já foi citado anteriormente no tópico 3.3 situado na página 61 deste documento.

Na residência 01 foram encontradas ao menos 3 tomadas de corrente elétrica que faziam o uso de benjamins para acoplar mais de 1 equipamento elétrico à mesma tomada de corrente, conforme ilustrado na Figura 73. O cenário mais crítico encontrado nesta residência foi na tomada situada na bancada da cozinha, onde um mesmo benjamim é utilizado para ligar um forno micro-ondas, uma fritadeira elétrica e uma sanduicheira, sendo que a tomada de corrente elétrica da parede era um modelo de 10A apenas. Este cenário é crítico, pois se todos equipamentos forem ligados ao mesmo poderá gerar uma sobrecarga no circuito elétrico com probabilidades de ocorrências de princípios de incêndios.

Figura 73 – Uso de Benjamins – Residência 01



Fonte: Autor, 2020.

Além de encontrar o uso de benjamins nesta residência, encontrou-se também o uso de uma extensão elétrica, para o acionamento de um ventilador, conforme indicado na Figura 74. Sabe-se que a corrente elétrica de um ventilador deste tipo é pequena, porém o maior problema nesta situação é que as tomadas da residência 01 não estavam atualizadas de acordo com o padrão brasileiro citado anteriormente no tópico 4.3 situado na página 88 deste documento. Isto é um problema, pois há uma exposição alta de ocorrência de choque elétrico ao manusear o plugue da extensão elétrica na tomada de corrente da edificação.

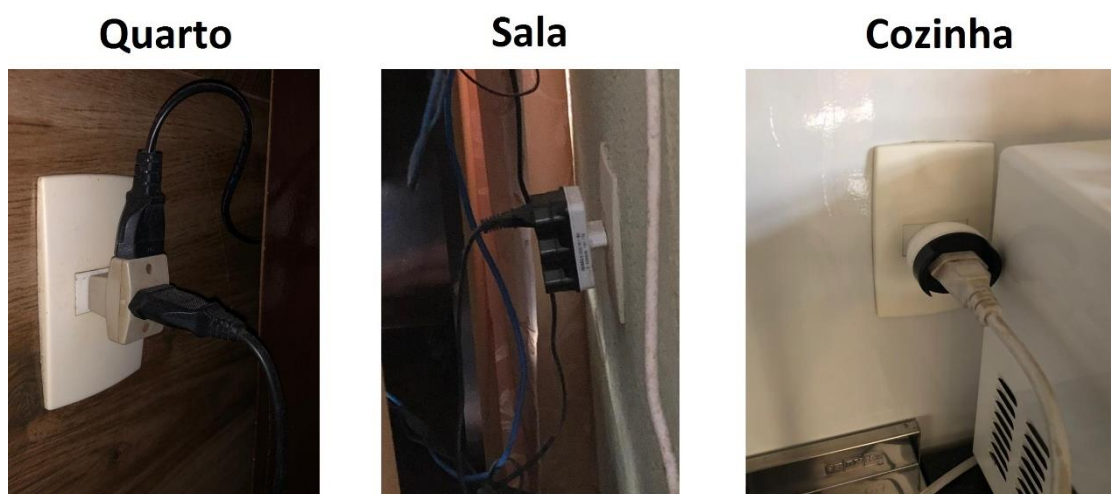
Figura 74 – Uso de Extensão Elétrica – Residência 01



Fonte: Autor, 2020.

Na residência 02, foi encontrado o uso de benjamins no quarto e na sala da residência, além da existência de adaptadores elétricos na cozinha para a conexão de um forno elétrico com aterramento de proteção em uma tomada de corrente sem pino central (aterramento de proteção), conforme indicado na Figura 75.

Figura 75 – Uso de Benjamins e Adaptadores Elétricos – Residência 02



Fonte: Autor, 2020.

A residência 03, que possui a menor idade entre as 3 instalações elétricas, apresentou também o uso de extensão elétrica e benjamim, conforme indicado na Figura 76. A extensão foi utilizada para o acionamento de um frigobar, uma caixa de som e uma adega localizada na sacada da residência. Porém observa-se que em um dos conectores há a exposição do circuito vivo, podendo gerar riscos às pessoas que ali vivem.

Figura 76 – Uso de Benjamins e Extensões Elétricas – Residência 03



Fonte: Autor, 2020.

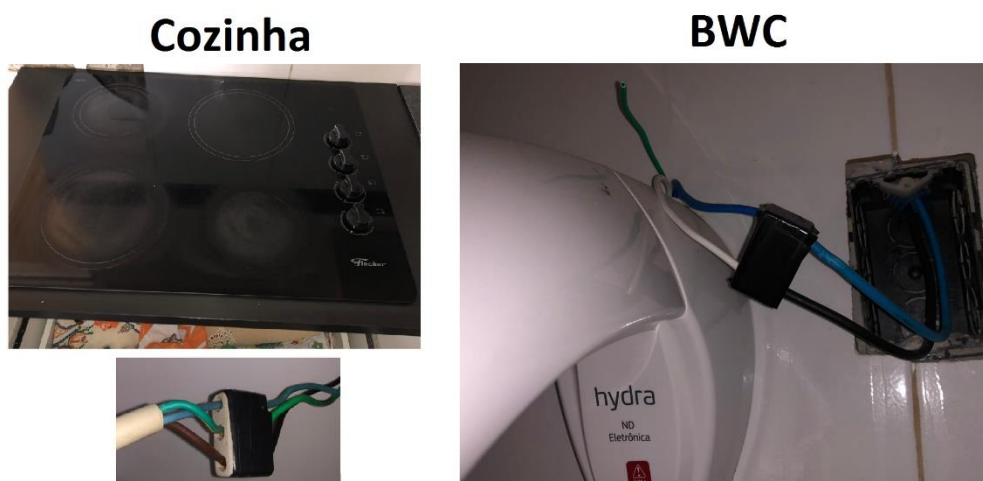
6.6 CONEXÃO DAS CARGAS ACIMA DE 20A

Como citado anteriormente na Figura 50 situada na página 89 deste documento, as tomadas de corrente elétrica podem ser utilizadas até 20A, acima deste valor de corrente elétrica deve-se fazer o uso de conectores elétricos conforme citado anteriormente na Figura 58 situada na página 108 deste documento.

Na residência 01, a única carga encontrada que demandava uma corrente elétrica superior a 20A foi o chuveiro elétrico, e este estava conectado por uma emenda elétrica à rede, conforme indicado anteriormente na Figura 70 situada na página 127 deste documento. Emendas elétricas são recomendadas para esta situação, desde que sejam bem feitas e tenham um ótimo contato elétrico e uma ótima resistência mecânica, ou seja, que a emenda ao sofrer alguma tensão mecânica, esta não venha a se soltar ou ainda se danificar.

Na residência 02 foram encontradas 2 cargas que demandavam uma corrente elétrica superior a 20A. Uma delas era o chuveiro elétrico e a outra era um fogão elétrico. Como observa-se pela Figura 77, ambos foram conectados fazendo o uso do conector de porcelana.

Figura 77 – Cargas Acima de 20A – Residência 02



Fonte: Autor, 2020.

Já na residência 03, não foi encontrada nenhuma carga que demandasse uma corrente elétrica superior a 20A. O chuveiro encontrado era do tipo central com aquecimento a gás, conforme indicado na Figura 78. O aquecimento a gás, além de trazer um maior conforto ao banho, trará também uma maior segurança, pois não usará mais a eletricidade para o aquecimento da água, extinguindo assim correntes de fuga que poderiam escoar da resistência elétrica para a água, gerando probabilidades de ocorrência de um choque elétrico, caso não existisse o IDR neste circuito elétrico.

Figura 78 – Sistema de Aquecimento d'água – Residência 03



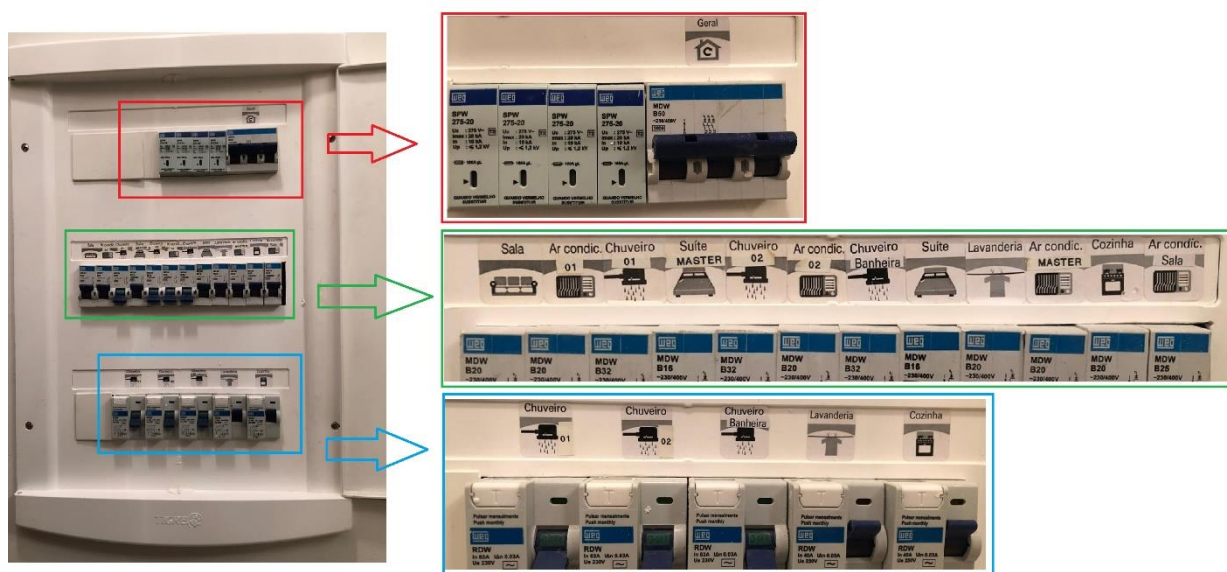
Fonte: Autor, 2020.

6.7 CONDIÇÕES DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Nas residências 01 e 02, o único dispositivo de proteção encontrado nos quadros de distribuição foi o disjuntor termomagnético, sendo que em ambas as instalações eram do tipo NEMA, conforme indicado anteriormente na Figura 64 e na Figura 65. Ambos os quadros de distribuição não apresentaram nenhum tipo de sinalização dos circuitos elétricos também.

Já o quadro de distribuição da residência 03 atendia aos critérios dos dispositivos de proteção presentes na NBR 5410, pois apresentava a existência dos disjuntores termomagnéticos (DIN), dos dispositivos de proteção contra choque elétrico (IDR) e também dos dispositivos de proteção contra surto elétrico (DPS), conforme indicado anteriormente na Figura 66. O QD desta residência, apresentava também todas as sinalizações especificadas pela NR 10 quanto à identificação dos circuitos, conforme ilustrado na Figura 79.

Figura 79 – Sinalização do Quadro de Distribuição – Residência 03



Fonte: Autor, 2020.

A localização do quadro de distribuição da residência 01 era na cozinha e da residência 02 na sala. Possuíam um certo fácil acesso, porém ambos os quadros de distribuição apresentavam uma barreira, que impedia a sua visualização rápida em situações de risco. Em ambas situações, os moradores das residências esconderam os quadros de distribuição com itens decorativos, como quadros ou ainda cortina da janela. Esta é uma atitude insegura que deve ser evitada.

Já a localização do quadro de distribuição da residência 03 era no corredor, totalmente acessível e visível em situações de riscos.

6.8 PROTEÇÕES CONTRA SURTO E CHOQUE ELÉTRICO

Como já citado anteriormente, as residências 01 e 02 apresentaram apenas a proteção contra curto circuito e sobrecarga através do disjuntor termomagnético. Já a residência 03, apresentou a proteção contra choque elétrico em sua instalação elétrica, através do interruptor diferencial residual (IDR), como pode ser observado na Figura 80, os circuitos dos chuveiros elétricos, da banheira, da lavanderia e da cozinha desta residência possuíam proteção contra choque elétrico através do dispositivo diferencial residual, ou seja, como tratado anteriormente no tópico 5.2.7 situado na página 105 deste documento, as instalações elétricas desta residência atendem o tópico 5.1.3.2.2 da NBR 5410.

Figura 80 – Proteção Contra Choque Elétrico com IDR - Residência 03

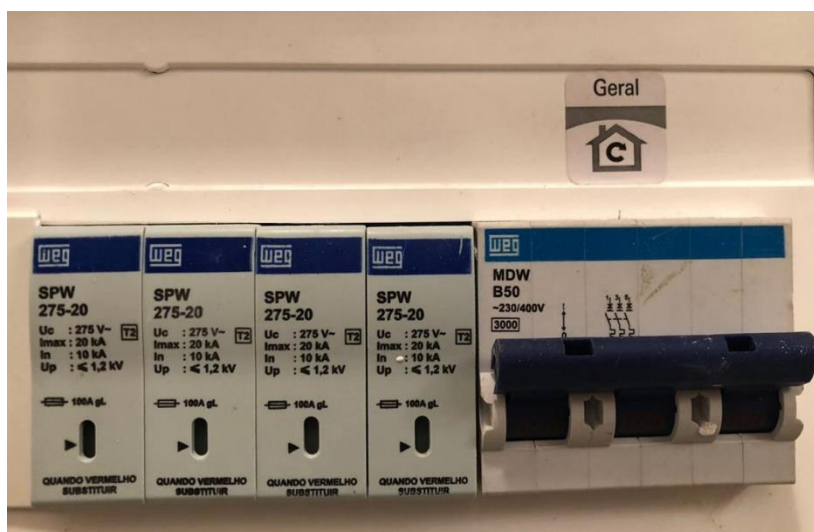


Fonte: Autor, 2020.

Assim como as residências 01 e 02 não apresentaram o IDR para proteção contra choque elétrico, também não apresentaram o uso do dispositivo de proteção contra surto (DPS). Sabe-se que o padrão de entrada da concessionária local da região de Palhoça-SC, a CELESC, obriga o uso deste dispositivo em sua central de medição, porém os padrões de entrada destas residências estão desatualizados e não apresentaram o dispositivo em questão.

Já a residência 03 apresentou o uso do DPS em suas instalações elétricas, como é demonstrado na Figura 81.

Figura 81 – Proteção Contra Surto Elétrico com DPS - Residência 03



Fonte: Autor, 2020.

6.9 QUANTIDADE DOS PONTOS DE TOMADAS DE CORRENTE NOS CÔMODOS

Em relação ao número de tomadas de corrente elétrica nas dependências de uma residência alimentada em baixa tensão, de acordo com a NBR 5410, tópico 9.5.2.2.1, o número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios:

- a) Em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório;
- 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 previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos;
- c) Em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;
- d) Em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

Como citado anteriormente no tópico 6.2 situado na página 121 deste documento, as residências 01 e 02 não apresentaram o projeto elétrico de suas instalações. Em decorrência da falta do dimensionamento elétrico que seria executado na fase do projeto elétrico, a quantidade de tomadas de corrente elétrica em suas dependências era ineficiente e não atendiam ao critério estipulado na NBR 5410 citado anteriormente. O cenário mais crítico encontrado foi na residência 01, onde cada cômodo, independentemente de suas dimensões. Possuíam apenas uma tomada de corrente elétrica e um interruptor para acionamento da iluminação.

Já a residência 03 apresentou um dimensionamento mínimo correto de tomadas de corrente elétrica em suas dependências de acordo com os critérios presentes na NBR 5410.

7 CONCLUSÕES

Este trabalho tratou de avaliar, no município de Palhoça-SC, através de uma pesquisa exploratória, a aplicação de normas vigentes, como a NR 10 e a NBR 5410, em instalações elétricas residenciais alimentadas em baixa tensão, tema esse motivado pela expressiva quantidade de acidentes com a eletricidade constatados pela ABRACOPEL em seus anuários estatísticos, apesar das NR's e NBR's apresentarem as devidas medidas de proteção, e de serem de cumprimento obrigatório em todo território federal.

A segurança é algo fundamental no dia a dia do homem moderno, apesar de se encontrar diversos fatores, que foram ilustrados neste trabalho de conclusão de curso, que a tornem insuficiente, como por exemplo, o mau uso das instalações elétricas ou ainda as condições inseguras presentes em tais instalações. O homem moderno faz o uso de diversos itens de conforto, que demandam da eletricidade para funcionar, tornando direto o contato com o risco elétrico em seu cotidiano, porém é possível a diminuição dos índices de acidentes com a aplicação das corretas medidas de controle do risco presentes nas normas vigentes.

Este trabalho de conclusão de curso contemplou vistorias em residências unifamiliares alimentadas em baixa tensão já construídas no município de Palhoça-SC, além de entrevistas com um questionário específico, a fim de analisar as condições físicas das instalações elétricas das residências dos entrevistados, estes que eram tanto pessoas que trabalham com eletricidade quanto pessoas que apenas usufruem da eletricidade no seu dia a dia.

Entre os entrevistados, 52% deles possuíam um curso de segurança específico na área elétrica, em contrapartida:

- 64% dos entrevistados faziam o uso de benjamins em suas residências, mesmo sabendo que benjamins não são recomendáveis o seu uso;
- 68% dos entrevistados alegaram que suas residências não possuíam o dispositivo de proteção contra choque elétrico, o IDR, quando é recomendável o seu uso de acordo com a NBR 5410;
- 44% dos entrevistados conheciam alguém que já sofreu um acidente de origem elétrica que acarretou em queimaduras ou parada cardíaca;
- 30% dos entrevistados sabiam de alguma ocorrência de morte por conta de um acidente de origem elétrica;
- 30% dos entrevistados alegaram que o número de tomadas nos cômodos de suas residências era insuficiente;

- 36% dos entrevistados, alegaram que não fizeram nenhum tipo de manutenção elétrica em suas residências nos últimos 5 anos;
- 50% dos entrevistados nem sequer sabiam se as instalações elétricas de suas residências foram projetadas por um profissional capacitado e autorizado.

Diante destes índices captados por esta pesquisa, supõe-se que muitas das residências localizadas no município de Palhoça-SC estão em desacordo com normas vigentes, como a NBR 5410 e a NR 10. Muitas pessoas devem ligar o sinal de alerta para esta situação, pois condições inseguras nas instalações elétricas podem gerar perdas materiais por conta de incêndios provocados por sobrecargas, ou ainda pior, podem gerar perdas físicas diante da ocorrência de algum acidente envolvendo o ser humano. Ou seja, estas condições inseguras presentes nas residências unifamiliares alimentadas em baixa tensão, necessitam ser tratadas urgentemente através de alguma medida de controle do risco, como manutenções corretivas ou ainda preventivas, para que nada pior venha a ocorrer.

Além das manutenções corretivas adotadas como medidas de controle do risco, é de extrema importância a manutenção periódica de todas as instalações elétricas, no entanto, não há a exigência de um período de tempo específico para a realização desta manutenção, embora seja recomendável que a manutenção ocorra a cada cinco anos de vida da edificação.

Um fator primordial em uma instalação é o projeto elétrico, é aonde de fato uma instalação elétrica deveria começar. Dentre as 3 residências utilizadas para fazer as inspeções visuais, apenas uma delas apresentou o projeto elétrico. É de extrema importância que esta etapa da construção seja feita por profissional habilitado e autorizado, pois é ele quem irá dimensionar todos os componentes necessários em uma instalação elétrica seguindo quesitos das normas vigentes. É através deste procedimento que se tem a garantia que as instalações estarão dimensionadas de forma segura.

Os resultados obtidos no estudo de caso e exemplificados no tópico 6 deste documento, demonstram com uma maior clareza e importância do seguimento das normas vigentes para a garantia da segurança em residências unifamiliares.

7.1 RECOMENDAÇÕES DE NOVOS TRABALHOS

Como recomendações para trabalhos futuros, em função de todos os pontos abordados neste trabalho de conclusão de curso, ficam:

- Estudos de caso mais aprofundado em relação às possíveis consequências pela inexistência do cumprimento de normas de segurança vigentes;
- Estudos similares a este, porém em ambientes alimentados em média ou ainda, em alta tensão;
- Desenvolver protótipo que auxilie o entendimento para uma pessoa leiga na área, os índices de corrente elétrica que são prejudiciais à saúde do ser humano e também quanto ao uso do DR (Dispositivo Diferencial Residual);
- Visando intensificar as aplicações das normas NR 10 e NBR 5410 nas edificações unifamiliares situadas no município de Palhoça-SC, tanto nas que estão em construção, quanto nas já construídas, são sugeridos trabalhos futuros tal como foi realizado neste documento, sendo isso feito de tempos em tempos, principalmente quando há atualizações dessas normas. Desta forma, as constatações sobre o real impacto das normas NR 10 e NBR 5410 sempre estarão atualizadas e presentes nas pautas das discussões acadêmicas, favorecendo o crescimento da importância a ser dada a segurança contra acidentes envolvendo eletricidade.

Supostamente, a NBR 5410 sofrerá atualizações, pois está com a Comissão de Estudos reativada. Portanto, os trabalhos seguintes a este, certamente podem ser motivados pela nova publicação da NBR 5410.

Assim como a NBR 5410, a NR 10 também sofrerá atualizações, portanto os trabalhos futuros podem ser motivados pela nova publicação desta norma de segurança.

REFERÊNCIAS

KINDERMANN, Geraldo. **Choque Elétrico**. 4. ed. Florianópolis - SC: Edição do Autor, 2013.

ABRACOPEL. **Anuário Estatístico ABRACOPEL - Acidentes de origem elétrica 2019 – Ano base 2018**. Disponível em: <<https://mailchi.mp/8d9d78ddc07e/anuario2019>> Acesso em: 10 set. 2019.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**. 14. ed. São Paulo: Érica, 1998.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

CICCO, Francesco de; FANTAZZINI, Mario Luiz. **Tecnologias consagradas de gestão de riscos**. 2. ed. São Paulo: Risk Tecnologia Editora, 2003.

FUCKNER, Antônio Erico; HAYASHI, Kátia; MISUMOTO, Ricardo Rodrigues. **NR 10: segurança em instalações e serviços em eletricidade - básico**. Joinville: SENAI/SC/DR, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419: Proteção contra descargas atmosféricas**. Rio de Janeiro, 2015.

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

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Portaria MTPS n.º 508, de 29 de abril de 2016.

CELESC. **N-321-0001 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição**. Disponível em: <<https://www.celesc.com.br/arquivos/normas-tecnicas/padrao-entrada/N3210001-Fornecimento-Energia-Eletrica-Tensao-Secundaria.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2019.

PAULINO, José Osvaldo Saldanha. **Proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra surtos elétricos em instalações**. Lagoa Santa: Editora Clamper, 2016.

PORTAL O SETOR ELÉTRICO. **Acidentes de origem elétrica matam quase duas pessoas por dia**. Disponível em: <<https://www.osetoelettrico.com.br/acidentes-de-origem-eletrica-matam-quase-duas-pessoas-por-dia/>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/97/cd_2010_familias_domicilios_amostra.pdf> Acesso em: 10 set. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

MINISTERIO DA SAÚDE. **Ministério da Saúde divulga balanço de um ano da febre amarela**. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/44483-ministerio-da-saude-divulga-balanco-de-um-ano-da-febre-amarela>> Acesso em: 13 set. 2019.

MINISTERIO DA SAÚDE. **Ministério da Saúde lança campanha de combate ao Aedes aegypti**. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45788-ministerio-da-saude-lanca-campanha-de-combate-ao-aedes-aegypti-12-09-2019>> Acesso em: 13 set. 2019.

SO FÍSICA. **Corrente contínua e alternada**. Disponível em: <<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/caecc.php>> Acesso em: 01 out. 2019.

FÍSICA NO ENSINO MÉDIO. **Corrente elétrica**. Disponível em: <<http://fisicaprofronaldoramos.blogspot.com/2012/08/corrente-eletrica.html>> Acesso em: 01 out. 2019.

MUNDO DA ELÉTRICA. **O que é corrente e tensão alternadas?**. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-corrente-e-tensao-alternadas/>> Acesso em: 10 mar. 2020.

MINIPA DO BRASIL. **Multímetro digital**. Disponível em: <<http://www.minipa.com.br/multimetros/multimetros-digitais/2-et-1110a>> Acesso em: 01 out. 2019.

FLUKE. **Alicates Multímetros**. Disponível em: <<https://www.fluke.com/pt-br/produto/teste-eletrico/alicates-amperímetros/fluke-325>> Acesso em: 01 out. 2019.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO - PR. **Regra da mão direita**. Disponível em: <<http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1149>> Acesso em: 01 out. 2019.

TODA MATÉRIA. **Coração Humano**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/coracao/>> Acesso em: 01 out. 2019.

INFO ESCOLA. **Sistema circulatório humano**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/biologia/sistema-circulatorio-humano/>> Acesso em: 01 out. 2019.

MARCA PASSO PIERO LOURENÇO. **O marca passo natural do coração**. Disponível em: <<https://marcapasso.com/2013/08/19/o-marcapasso-natural-do-coracao/>> Acesso em: 02 out. 2019.

ISTO É JAPÃO. **Como Evitar Aqueles Desconfortáveis Choques nas Portas dos Carros?** Disponível em: <<https://www.istoejapao.com/269/como-evitar-aqueles-desconfortaveis-choques-nas-portas-dos-carros/>> Acesso em: 07 out. 2019.

RAISA. **Calcanheira Anti-estática**. Disponível em: <<https://www.raisa.com.br/calcanheira-anti-estatica-1-unidade>> Acesso em: 07 out. 2019.

PANTOJA INDUSTRIAL. **Cuidado com a Tensão de Toque e Passo**. Disponível em: <<http://www.pantojaindustrial.com/exibir.php?id=216>> Acesso em: 07 out. 2019.

MANUAL DO TRABALHO SEGURO. **Quais são os efeitos do choque elétrico no corpo humano?** Disponível em: <<http://manualdotrabalhoseguro.blogspot.com/2014/07/quais-sao-os-efeitos-do-choque-eletrico.html>> Acesso em: 08 out. 2019.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Gravidade do choque elétrico**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=28&Cod=1550>> Acesso em: 08 out. 2019.

DICAS EM ELETRICIDADE. **O que é arco elétrico?** Disponível em:

<<http://dicasemeletricidade.blogspot.com/2015/07/o-que-e-arco-eletrico.html>> Acesso em: 08 out. 2019.

ELECTRONICA. **Resistividade.** Disponível em: < <https://www.electronica-pt.com/resistividade-condutividade>> Acesso em: 13 out. 2019.

NOVO MUNDO. **Adaptador T Multilaser Benjamin Universal Branco 3 Pinos - WI217.**

Disponível em: < <https://www.novomundo.com.br/adaptador-t-multilaser-benjamin-universal-branco-3-pinos---wi217-2015744/p>> Acesso em: 29 out. 2019.

MABITEC. **Quadro de distribuição.** Disponível em: <<http://www.mabitec.com.br/quadro-distribuicao-preco>> Acesso em: 29 out. 2019.

DOMTOTAL. **Sobrecarga de aparelhos eletrônicos pode causar curtos-circuitos e incêndios.** Disponível em: < <https://domtotal.com/noticia/713393/2014/01/sobrecarga-de-aparelhos-eletronicos-pode-causar-curtos-circuitos-e-incancios/>> Acesso em: 30 out. 2019.

FLIR. **Câmera termográfica avançada flir e95.** Disponível em:

<<https://prod.flir.com.br/products/e95/>> Acesso em: 31 out. 2019.

DSW SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. **Termografia em quadros elétricos.** Disponível em:

<<https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/prestadores-de-servicos/vibmaster/produtos/instalacoes-e-equipamentos-industriais/termografia-em-quadros-eletricos>> Acesso em: 31 out. 2019.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Como funcionam os disjuntores?** Disponível em:

<<https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funcionam-os-disjuntores/>> Acesso em: 05 nov. 2019.

ELSEG ENGENHARIA. **Curva de disparo de disjuntores termomagnéticos.** Disponível

em: <<http://www.elsegenenharia.com/disjuntores/curva-de-disparo-de-disjuntores-termomagneticos/>> Acesso em: 05 nov. 2019.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Como funcionam os IDR.** Disponível em:

<<https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-idr/>> Acesso em: 05 nov. 2019.

CLAMPER. **Clamper vcl slim - 20ka**. Disponível em:

<<https://www.lojaclamper.com.br/dps-clamper-vcl-slim-20ka/p>> Acesso em: 05 nov. 2019.

ASTRA-SA. **Diferenças entre os disjuntores DIN e NEMA**. Disponível em:

<<http://www.astra-sa.com.br/destaques/index.php/qual-a-diferenca-entre-os-disjuntores-din-e-nema/>> Acesso em: 12 nov. 2019.

ILUMISUL. **Disjuntores Nema**. Disponível em: <<http://www.ilumisul.com.br/disjuntores-nema/>> Acesso em: 12 nov. 2019.

FAZ FACIL. **Dispositivo DR: o que é ? para que serve?** Disponível em:

<<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/dispositivo-dr/2/>> Acesso em: 12 nov. 2019.

UTFPR. **Instrumentos de Medição**. Disponível em:

<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/nikolaslibert/et54a/slides/Aula%2002%20-%20Instrumentos%20de%20Medicao.pdf/at_download/file> Acesso em: 11 mar. 2020.

ESCRITÓRIO TOTAL. **Adaptador de tomada 3 pinos tripolar para 2 pinos bipolar**.

Disponível em: <<https://www.escriitoriototal.com.br/energia/filtro-de-linha/adaptador-de-tomada/adaptador-de-tomada-3-pinos-tripolar-p-2-pinos-bipolar>> Acesso em: 14 nov. 2019.

IFSC JOINVILLE. **Esquemas de Aterramento**. Disponível em:

<http://joinville.ifsc.edu.br/~luis.nodari/Aterramento%20el%C3%A9trico/Esquemas_de_Aterramento.pdf> Acesso em: 14 nov. 2019.

PUCRS. **Padronização de plugues e tomadas NBR 14136/02**. Disponível em:

<http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/Palestra_LABELLO.pdf> Acesso em: 16 nov. 2019.

BRASFORT. **Conector de porcelana**. Disponível em:

<<https://brasfort.net.br/produto/conector-porcelana/>> Acesso em: 25 mar. 2020.

3M. **Fita de autofusão 3m™ scotch™ 23**. Disponível em: <<https://www.3m.com.br>> Acesso em: 25 mar. 2020.

PHOENIX CONTACT. **Qual a ferramenta de crimpagem correta para a sua montagem?**

Disponível em: <<https://blog.phoenixcontact.com/marketing-br/ferramenta-crimpagem-correta-montagem/>> Acesso em: 15 abr. 2020.

SMF CABOS ELÉTRICOS. **Norma de Cores.** Disponível em:

<<https://www.facebook.com/smfcabos/photos/a.209166716134952/225746881143602/?type=3&theater>> Acesso em: 08 mai. 2020.

APÊNDICES

**APÊNDICE A – Questionário Referente a Segurança em Instalações Elétricas
Alimentadas em Baixa Tensão.**

- 1) Referente ao imóvel que você mora atualmente, este fica localizado no município de Palhoça-SC?
 - a) Sim;
 - b) Não.

- 2) O imóvel em que você está atualmente residindo é próprio ou alugado?
 - a) Próprio;
 - b) Alugado.

- 3) Em relação às instalações elétricas de sua residência, a quanto tempo elas existem?
 - a) Até 1 ano;
 - b) De 1 Até 5 anos;
 - c) De 5 a 10 anos;
 - d) De 10 a 20 anos;
 - e) Mais de 20 anos.

- 4) Em relação às instalações elétricas de sua residência, quando foi a última vez que você solicitou a visita de algum profissional da área para algum tipo de manutenção elétrica?
 - a) Até 6 meses;
 - b) De 6 meses até 2 anos;
 - c) De 2 a 3 anos;
 - d) De 3 a 5 anos;
 - e) Mais de 5 anos.

- 5) Você já sofreu algum acidente de origem elétrica em sua residência?
 - a) Sim;
 - b) Não.

- 6) Caso você já tenha sofrido algum acidente de origem elétrica nas instalações elétricas de sua residência, comente sobre:
- 7) Você conhece alguém que já sofreu algum acidente de origem elétrica que teve como consequência queimaduras e/ou parada cardíaca?
- a) Sim;
 - b) Não.
- 8) Caso você conheça alguém que já sofreu algum acidente de origem elétrica, comente sobre:
- 9) Você conhece alguém que já veio a óbito por conta de acidentes de origem elétrica como choques ou ainda arco elétrico?
- a) Sim;
 - b) Não.
- 10) Na sua residência existe o dispositivo diferencial residual, popularmente conhecido como DR?
- a) Sim;
 - b) Não;
 - c) Não sei o que é isso.
- 11) Você possui chuveiro elétrico em sua residência?
- a) Sim;
 - b) Não.
- 12) Quantos chuveiros elétricos existem em sua residência?
- a) 1 Chuveiro Elétrico;
 - b) 2 Chuveiros Elétricos;
 - c) 3 a 4 Chuveiros Elétricos;
 - d) Mais que 4 chuveiros elétricos;
 - e) Nenhum.

13) Qual a potência elétrica dos chuveiros de sua residência?

- a) Até 4000 Watts;
- b) De 4000 até 6000 Watts;
- c) De 6000 até 8000 Watts;
- d) Acima de 8000 Watts;
- e) Não possuo chuveiro elétrico.

14) O seu Chuveiro está conectado de qual forma na rede elétrica?

- a) Com conector de porcelana;
- b) Com emenda no cabo elétrico;
- c) Com uma tomada elétrica;
- d) Não sei, nunca me atentei a isso;
- e) Não possuo chuveiro elétrico na minha residência.

15) Na sua residência possui quadro de distribuição de circuitos? É o quadro aonde ficam os disjuntores e você pode ligar e desligar circuitos diferentes.

- a) Sim;
- b) Não.

16) Aonde fica localizado o Quadro de Distribuição de circuitos na sua residência?

- a) Sala;
- b) Quarto;
- c) Corredor;
- d) Cozinha;
- e) Minha residência não possui Quadro de Distribuição (caixa dos disjuntores).

17) O Quadro de distribuição (caixa dos disjuntores) de sua residência é de fácil acesso? É possível ter acesso a ele de forma rápida em situações de emergência?

- a) Sim;
- b) Não;
- c) Minha residência não possui Quadro de Distribuição (caixa dos disjuntores).

- 18) No Quadro de distribuição da sua residência existe etiquetas de sinalização indicando a qual circuito pertence cada disjuntor?
- a) Sim;
 - b) Não;
 - c) Minha residência não possui Quadro de Distribuição (caixa dos disjuntores).
- 19) No seu ponto de vista, qual é a função do disjuntor que fica dentro do quadro de distribuição?
- a) Apenas de ligar e desligar o circuito;
 - b) Proteger contra choque;
 - c) Proteger contra sobrecarga e curto circuito;
 - d) Proteger contra surto na rede elétrica.
- 20) Qual nota você daria para as instalações elétricas no geral da sua residência?
- a) De 0 até 4;
 - b) De 4 até 7;
 - c) De 7 até 8;
 - d) De 8 até 9;
 - e) De 9 até 10.
- 21) As instalações elétricas da sua casa possuem aterramento de proteção nas tomadas?
- a) Sim;
 - b) Não;
 - c) Não sei.
- 22) Você considera que sua residência possui uma quantidade boa de números de tomadas elétricas nos cômodos?
- a) Sim, está bom;
 - b) Não, deveria ter mais tomadas.

- 23) As instalações elétricas de sua residência foram projetadas por uma pessoa qualificada e autorizada para tal função?
- a) Sim;
 - b) Não;
 - c) Não sei quem dimensionou e executou as instalações elétricas da minha residência.
- 24) Quando você precisa fazer manutenções elétricas em sua casa, você se preocupa com a qualidade e segurança no serviço ou o que importa mais é o preço?
- a) Qualidade e Segurança;
 - b) Preço.
- 25) Você faz o uso de Benjamins ou T's na sua instalação elétrica?
- a) Sim;
 - b) Não.
- 26) Para qual finalidade você usa os T's?
- a) Uso na sala para aumentar o número de tomadas para ligar equipamentos como televisão, aparelho de som, equipamentos de potência elétrica mediana;
 - b) Uso no quarto para ligar carregadores de celular na mesma tomada;
 - c) Uso na cozinha para ligar vários equipamentos juntos como por exemplo forno elétrico, forno micro-ondas, geladeira, fritadeira elétrica etc;
 - d) Não uso T's/Benjamins.
- 27) Você usa adaptadores elétricos nas tomadas?
- a) Sim;
 - b) Não.
- 28) As tomadas da sua residência estão no padrão atual brasileiro?
- a) Sim;
 - b) Não.

29) Imagine o seguinte: Você comprou um novo eletrodoméstico, ao chegar em casa percebe que o eletrodoméstico tem um plugue um pouco mais grosso (o famoso 20 Amperes) do que o normal e não consegue conectar na tomada de sua residência que é de 10 Amperes. O que você irá fazer?

- a) Tentar encaixar na tomada de sua residência na força;
- b) Usar uma furadeira para alargar o furo e conseguir conectar o plugue mais grosso;
- c) Comprar um adaptador de 10 Amperes para 20 Amperes;
- d) Contratar mão de obra para trocar apenas a tomada de 10 Amperes para 20 Amperes;
- e) Contratar mão de obra para trocar a tomada e verificar condições do fio desta tomada, se suporta esta corrente.

30) Você já fez algum curso específico de segurança em eletricidade?

- a) Sim;
- b) Não.

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Participação do estudo

Você que interage com as instalações elétricas no seu dia a dia, está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS ALIMENTADAS EM BAIXA TENSÃO: ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES”, coordenada por FABIANO MAX DA COSTA. O objetivo deste estudo é avaliar, por meio de uma pesquisa exploratória a aplicação das normas NR 10 e NBR 5410 em residências alimentadas em baixa tensão, no que tange a prevenção de acidentes de origem elétrica em instalações residenciais alimentadas em baixa tensão, além disto, identificar formas de prevenção contra os acidentes e incidentes de origem elétrica tratando sobre a perspectiva desde um usuário comum alimentado por uma empresa distribuidora de energia elétrica até um profissional eletricitário da área.

Caso você aceite participar, você terá que responder a um questionário autoaplicável, com perguntas elaboradas sobre as condições físicas das instalações elétricas de sua residência e como você se porta diante algumas situações no contato com as instalações elétricas, o que deve dispendar cerca de (15) minutos, sendo que ele poderá ser respondido no seu ambiente de trabalho ou fora dele. Não utilizaremos registro de imagens, gravação de voz, áudio ou vídeo.

Riscos e Benefícios

Com sua participação nesta pesquisa, você caro participante, estará exposto a riscos mínimos, tal como o risco psicológico ao responder o questionário autoaplicável, por se tratar de um assunto que aborda acidentes de origem elétrica. Estes riscos podem ser minimizados através de algumas atitudes do pesquisador como: orientar o participante que este não precisa responder alguma questão se não for de seu agrado. Caso eles venham a ocorrer, serão tomadas as seguintes providências: imediata disponibilidade do pesquisador para solucionar e dirimir qualquer dúvida ou desconforto, sob a responsabilidade direta do pesquisador responsável

Esta pesquisa tem como benefícios a verificação dos principais riscos de origem elétrica que o ser humano está exposto ao ter contato com as instalações elétricas e as principais formas de evitá-los.

Sigilo, Anonimato e Privacidade

O material e informações obtidas podem ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos, sem sua identificação. Os pesquisadores se responsabilizam pela guarda e confidencialidade dos dados, bem como a não exposição individualizada dos dados da pesquisa. Sua participação é voluntária e você caro participante, terá a liberdade de se recusar a responder quaisquer questões que lhe ocasionem constrangimento de alguma natureza.

Autonomia

Você caro participante, também poderá desistir da pesquisa a qualquer momento, sem que a recusa ou a desistência lhe acarrete qualquer prejuízo. É assegurada a assistência durante toda a pesquisa, e garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências. Se com a sua participação na pesquisa for detectado que você apresenta alguma condição que precise de tratamento, você receberá orientação da equipe de pesquisa, de forma a receber um atendimento especializado. Você também poderá entrar em contato com os pesquisadores, em qualquer etapa da pesquisa, por e-mail ou telefone, a partir dos contatos dos pesquisadores que constam no final do documento.

Devolutiva dos resultados

Os resultados da pesquisa poderão ser solicitados a partir do mês de julho de 2020, quando estarão tratados, processados e analisados, gerando os resultados em atenção ao objetivo deste estudo. Ressalta-se que os dados coletados nesta pesquisa – seja informações de prontuários, gravação de imagem, voz, audiovisual ou material biológico – somente poderão ser utilizados para as finalidades da presente pesquisa, sendo que para novos objetivos um novo TCLE deve ser aplicado.

Ressarcimento e Indenização

Lembramos que sua participação é voluntária, o que significa que você não poderá ser pago, de nenhuma maneira, por participar desta pesquisa. De igual forma, a participação na pesquisa não implica em gastos a você. No entanto, caso você tenha alguma despesa decorrente da sua participação, tais como transporte, alimentação, entre outros, você será ressarcido do

valor pecuniariamente do valor gasto. Se ocorrer algum dano decorrente da sua participação na pesquisa, você será indenizado, conforme determina a lei.

Após ser esclarecido sobre as informações da pesquisa, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine o consentimento de participação em todas as páginas e no campo previsto para o seu nome, que é impresso em duas vias, sendo que uma via ficará em posse do pesquisador responsável e a outra via com você.

Consentimento de Participação

Eu _____ concordo em participar, voluntariamente da pesquisa intitulada “PREVENÇÃO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS ALIMENTADAS EM BAIXA TENSÃO: ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES” conforme informações contidas neste TCLE.

Local e data: _____

Assinatura: _____

Pesquisador (a) responsável (orientador (a)): FABIANO MAX DA COSTA

E-mail para contato: fabiano.costa@unisul.br

Telefone para contato: (48) 98444-8153

Assinatura do (a) pesquisador (a) responsável: _____

Outros pesquisadores:

Nome: Darcy Ribeiro

E-mail para contato: eng.darcyribeiro@gmail.com

Telefone para contato: (48) 98500-9192

Assinatura do (a) aluno (a) pesquisador (a): _____

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) é composto por um grupo de pessoas que estão trabalhando para garantir que seus direitos como participante sejam respeitados, sempre se pautando pelas Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). O CEP tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética. Caso você achar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você imaginou ou que está sendo prejudicado de alguma forma, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética da UNISUL pelo telefone (48) 3279-1036 entre segunda e sexta-feira das 9 às 17horas ou pelo e-mail cep.contato@unisul.br.