

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA -UnICEUB

CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

LARA SANTOS FERRAZ

AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Orientador: **Prof.º MSc. Luciano Henrique Duque**

Brasília  
Dezembro, 2016

LARA SANTOS FERRAZ

## AVALIAÇÃO DAS PATOLOGIAS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB) como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica.

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, e aprovado em sua forma final pela Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas -FATECS.

---

Prof. Dr. Abiezer Amarilia Fernandes  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. MSc. Luciano Henrique Duque  
Orientador

---

Prof. Dr. Camilo Sánchez Ferreireira  
Membro da banca

---

Prof. MSc. Flávio Antonio Klein  
Membro da banca

## AGRADECIMENTOS

Difícil encontrar palavras que traduzam minha gratidão e expressem minha felicidade. Foi com muito esforço, dedicação e coragem que cheguei até aqui.

Primeiro gostaria de agradecer a Deus pela vida, aos meus pais, Vilma e Geraldo, pelo amor, educação e carinho que me deram e por me mostrarem uma estrada a ser trilhada, esforçando-se ao máximo para me oferecerem muito mais do que tiveram, ao meu irmão, Demosthenes, pela cumplicidade, aos meus tios, Thais e Marcus, que me acolheram com tanto carinho, ao meu tio Cláudio, pelo incentivo, à Alessandra e José Mario pelo apoio e aos meus colegas de sala, em especial, Higor e Luiz e ao meu namorado e também colega de sala, Gustavo, pelo companheirismo e força de cada dia.

Gostaria de agradecer toda a minha família, avós, tios, primos e madrinha que sempre estiveram torcendo por mim. E por último e não menos importante, todos meus professores, que fizeram parte dessa jornada, meu orientador Msc. Luciano Duque, ao coordenador e professor Abiezer. Agradeço toda a dedicação, tanto nesse projeto quanto nos outros desenvolvidos durante o curso. Sou muito grata ao esforço e apoio oferecido.

Hoje eu tenho certeza de que fiz a escolha certa, e não me sentiria tão realizada se não fosse todo apoio que tive de cada um de vocês.

Obrigada a todos!

Lara Santos Ferraz

*CITAÇÃO*

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”. (Marthin Luther King)*

## RESUMO

A mão-de-obra, mesmo nos dias de hoje, é ainda um empecilho na eficiência das instalações elétricas. Cabe ao engenheiro eletricitista certificar-se de que o andamento das manutenções prediais e o cumprimento das especificações contidas nos projetos estão sendo levados a bom termo. A fim de fazer com que essa área seja vista com olhares mais perspicazes nessa época atual, o estudo das patologias se revela necessário, uma vez que as manutenções prediais não resolvem grandes problemas. Este trabalho tem como base a análise de edifícios residenciais para definição do nível de patologias encontradas nas instalações elétricas de baixa tensão em tais edificações. Em outras palavras, a partir deste se pretende desenvolver uma metodologia e conscientização a respeito do aludido assunto, que se mostra de grande importância e relevância social. O principal alvo do presente trabalho é voltado para a atenção às manutenções periódicas de edifícios com mais de quinze anos, sem falar na atenção redobrada às exigências das normas atuais e internacionais relativas às instalações elétricas nos novos edifícios. A grande maioria dos apartamentos vistoriados não apresentam conformidade com a NBR 5410:2004, apresentando diversas patologias, sendo que alguns imóveis apresentam necessidade de intervenção imediata.

**Palavras chaves:** Patologias, Instalações elétricas de baixa tensão.

## **ABSTRACT**

The workforce, even today, is still a drag on the efficiency of electrical installations. It is up to the electrical engineer to make sure that the progress of the property maintenance and compliance with the specifications contained in the projects are being correctly executed. In order to make this area better seen today, the study of pathologies is necessary, since building maintenance does not solve major problems. This work is based on the analysis of residential buildings to define the level of pathologies found in low voltage electrical installations in such places. In other words, from this work we intend to develop a methodology and awareness on this subject that is of great importance and social relevance. The main objective of this work is to focus on the periodic maintenance of buildings over fifteen years, not to mention the increased attention to the requirements of current and international standards regarding electrical installations in new buildings. The vast majority of the apartments surveyed do not comply with NBR 5410:2004, presenting several pathologies, and some properties need immediate intervention.

**Keywords:** Pathologies, Low voltage electrical installations.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Esquemático do projeto. Fonte: Elaborado pela autora.....	22
Figura 2.1 - Estrutura atômica. Fonte: (KÍTOR) .....	25
Figura 2.2 - Triângulo de potências. Fonte: (Grandezas Elétricas) - Adaptado .....	31
Figura 2.3 - Disjuntor termomagnético - componentes internos. Fonte: (CLAMPER, 2015) ....	47
Figura 2.4 - Condições de atuação contra sobrecarga. Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011) ...	48
Figura 2.5 - Atuação de um dispositivo DR de 30mA na proteção conta contatos diretos. Fonte: (COTRIM, 2009) .....	51
Figura 2.6 -Emitância radiante espectral do corpo negro segundo a Lei de Planck, representada graficamente para várias temperaturas absolutas. Fonte: (CARAMALHO, 2012) .....	60
Figura 2.7 - Câmera termográfica 1 - Testo 875-1i. Fonte: (Testo 875i - Thermal Imager).....	61
Figura 2.8 - Câmera termográfica 2 - Flir i3. Fonte: (Termovisores FLIR Série i).....	61
Figura 2.9 - Megôhmetro - MRT-600. Fonte: (Terro-Mego-Volt-Fase MRT-600) .....	64
Figura 3.1 - Edifício localizado na SQN 211 Bloco K. Fonte: (Google Maps).....	65
Figura 3.2 - Edifício localizado na SQN 304 Bloco H. Fonte: (Google Maps) .....	65
Figura 3.3 – Esquemático das vistorias Fonte: Elaborado pela autora .....	69
Figura 3.4 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 202. ....	70
Figura 3.5 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 208.....	73
Figura 3.6 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 301. ....	75
Figura 3.7 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 302. ....	78
Figura 3.8 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 303.....	81
Figura 3.9 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 312. ....	83
Figura 3.10 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 411.....	85
Figura 3.11 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 611.....	88
Figura 3.12 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 102.....	90
Figura 3.13 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 107.....	93
Figura 3.14 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 108.....	95
Figura 3.15 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 203.....	97
Figura 3.16 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 208.....	100
Figura 3.17 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 303.....	102
Figura 3.18 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 306.....	104
Figura 3.19 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 406.....	106
Figura 3.20 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 503.....	108
Figura 3.21 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 506.....	111
Figura 4.1 - Padrão de tomada estabelecido pela NBR 14136. Fonte: (ABNT NBR14136, 2002) .....	118

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Condutividade Relativa. ....	27
Tabela 2.2 - Rigidez dielétrica. ....	27
Tabela 2.3 - Resistividade e Coeficientes de Temperatura. ....	29
Tabela 2.4 - Temperaturas características de condutores. ....	33
Tabela 2.5 - Seção mínima dos condutores. ....	34
Tabela 2.6 - Seção do condutor neutro para circuitos trifásicos. ....	35
Tabela 2.7 - Seção mínima do condutor de proteção (terra). ....	35
Tabela 2.8 - Tipos linhas elétricas. ....	36
Tabela 2.9 - Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito. ....	41
Tabela 2.10 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D – Isolação PVC – Temp. no condutor 70°C. ....	41
Tabela 2.11 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D – Isolação PVC – Temp. no condutor 70°C. ....	42
Tabela 2.12 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G – Isolação PVC – Temp. no condutor 70°C. ....	42
Tabela 2.13 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G – Isolação EPR ou XLPE – Temp. no condutor 90°C. ....	43
Tabela 2.14 - Fatores de correção para temperaturas diferentes de 30°C para cabos não enterrados e de 20°C para linhas subterrâneas. ....	44
Tabela 2.15 - Fatores de correção para linhas subterrâneas em solo com resistividade térmica diferente de 2,5K.m/W. ....	44
Tabela 2.16 - Identificação dos condutores por cor. ....	45
Tabela 2.17 - Tempos máximos de atuação dos dispositivos DR. ....	50
Tabela 2.18 - Quadro de distribuição - espaço reserva. ....	53
Tabela 2.19 - Valores mínimos de resistência de isolamento. ....	55
Tabela 2.20 - Ensaio de tensão aplicada – Valores da tensão de ensaio (V). ....	57
Tabela 2.21 - Competência das pessoas. ....	57
Tabela 2.22 - Formação de imagem. ....	61
Tabela 2.23 - Emissividade dos materiais. ....	63
Tabela 3.1 - Questionário. ....	66
Tabela 3.2 - Escala de impacto. ....	68
Tabela 3.3 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 202. ....	71
Tabela 3.4 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 208. ....	73
Tabela 3.5 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 301. ....	76
Tabela 3.6 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 302. ....	79
Tabela 3.7 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 303. ....	81
Tabela 3.8 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 312. ....	83
Tabela 3.9 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 411. ....	86
Tabela 3.10 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 611. ....	88
Tabela 3.11 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 102. ....	91
Tabela 3.12 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 107. ....	93
Tabela 3.13 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 108. ....	95
Tabela 3.14 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 203. ....	98



Tabela 3.15 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 208. ....	100
Tabela 3.16 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 303. ....	103
Tabela 3.17 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 306. ....	105
Tabela 3.18 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 406. ....	107
Tabela 3.19 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 503. ....	109
Tabela 3.20 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 506. ....	111
Tabela 4.1 - Patologias encontradas. ....	113
Tabela 4.2 - Classificação. ....	119

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Não conformidades - Apt. 202.....	70
Quadro 3.2 - Não conformidades - Apt. 208.....	72
Quadro 3.3 - Não conformidades - Apt. 301.....	75
Quadro 3.4 - Não conformidades - Apt. 302.....	78
Quadro 3.5 - Não conformidades - Apt. 303.....	80
Quadro 3.6 - Não conformidades - Apt. 312.....	82
Quadro 3.7 - Não conformidades - Apt. 411.....	85
Quadro 3.8 - Não conformidades - Apt. 611.....	87
Quadro 3.9 - Não conformidades - Apt. 102.....	90
Quadro 3.10 - Não conformidades - Apt. 107.....	92
Quadro 3.11 - Não conformidades - Apt. 108.....	94
Quadro 3.12 - Não conformidades - Apt. 203.....	97
Quadro 3.13 - Não conformidades - Apt. 208.....	99
Quadro 3.14 - Conformidades - Apt. 303.....	102
Quadro 3.15 - Não conformidades - Apt. 306.....	104
Quadro 3.16 - Não conformidades - Apt. 406.....	106
Quadro 3.17 - Não conformidades - Apt. 503.....	108
Quadro 3.18 - Não conformidades - Apt. 506.....	110
Quadro A.1 - Apartamento 202.....	129
Quadro A.2 - Apartamento 208.....	130
Quadro A.3 - Apartamento 301.....	132
Quadro A.4 - Apartamento 302.....	133
Quadro A.5 - Apartamento 303.....	134
Quadro A.6 - Apartamento 312.....	135
Quadro A.7 - Apartamento 411.....	136
Quadro A.8 - Apartamento 611.....	137
Quadro B.1 - Apartamento 102.....	139
Quadro B.2 - Apartamento 107.....	140
Quadro B.3 - Apartamento 108.....	141
Quadro B.4 - Apartamento 203.....	142
Quadro B.5 - Apartamento 208.....	143
Quadro B.6 - Apartamento 203.....	144
Quadro B.7 - Apartamento 306.....	145
Quadro B.8 - apartamento 406.....	146
Quadro B.9 - Apartamento 503.....	147
Quadro B.10 - apartamento 506.....	149

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2.1 – Corrente. Fonte: (NUSSENZVEIG, 1997).....	26
Equação 2.2 – Tensão. Fonte: (BOYLESTAD, 2012).....	26
Equação 2.3 – Primeira Lei de Ohm. Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011) .....	28
Equação 2.4 – Segunda Lei de Ohm. Fonte: (TIPLER e MOSCA, 2012) .....	28
Equação 2.5 - Variação da Resistividade com a temperatura. Fonte: (TIPLER e MOSCA, 2012) .....	29
Equação 2.6 - Potência Ativa – CC. Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011).....	30
Equação 2.7 - Potência Ativa - CA Monofásica. Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011) .....	30
Equação 2.8 - Potência Ativa - CA Trifásica. Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011).....	30
Equação 2.9 - Potência Reativa. Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011) .....	31
Equação 2.10 - Potência Aparente. Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011).....	31
Equação 2.11- Corrente de projeto para circuitos monofásicos resistivos. Fonte (CAVALIN e CERVELIN, 2011) .....	40
Equação 2.12 - Corrente de projeto para circuitos monofásicos indutivos. Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011) .....	40
Equação 2.13 - Corrente de projeto para circuitos trifásicos equilibrados. Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011) .....	40
Equação 2.14 - Corrente de projeto para circuitos trifásicos desequilibrados. (CAVALIN e CERVELIN, 2011) .....	40
Equação 2.15 – Coordenação entre condutores e dispositivos de proteção. Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) .....	48
Equação 2.16 – Coordenação entre condutores e dispositivos de proteção. Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) .....	48
Equação 2.17 - Corrente sem fuga ou falta. Fonte: (COTRIM, 2009) .....	49
Equação 2.18 - Corrente com fuga ou falta. Fonte: (COTRIM, 2009) .....	49
Equação 2.19 - Condição para correto funcionamento do DDR. Fonte: (COTRIM, 2009).....	50
Equação 2.20 - Lei de Planck Fonte: (CARAMALHO, 2012) .....	59

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 - Patologias encontradas. Fonte: Elaborado pela autora .....	114
Gráfico 4.2 - Temperatura dentro do quadro elétrico. Fonte: Elaborado pela autora .....	115
Gráfico 4.3 - Risco de choque elétrico. Fonte: Elaborado pela autora .....	116
Gráfico 4.4 - Risco de curto circuito. Fonte: Elaborado pela autora .....	116
Gráfico 4.5 - Risco de sobrecarga. Fonte: Elaborado pela autora .....	116
Gráfico 4.6 - Apartamentos com instalação reformada ou não. Fonte: Elaborado pela autora .....	117
Gráfico 4.7 – Instalações com algum tipo de patologia. Fonte: Elaborado pela autora .....	117
Gráfico 4.8 - Risco à segurança. Fonte: Elaborado pela autora .....	118
Gráfico 4.9 - Condomínio SQN 211 - Bloco K. Fonte: Elaborado pela autora .....	120
Gráfico 4.10 - Condomínio SQN 304 - Bloco H. Fonte: Elaborado pela autora .....	120
Gráfico 4.11 - Risco geral. Fonte: Elaborado pela autora .....	121
Gráfico 4.12 - Mortes por choque elétrico e incêndios gerados por sobrecarga ou curto circuito. Fonte: Elaborado pela autora .....	121
Gráfico 4.13 - Acidentes envolvendo eletricidade com ou sem vítima fatal. Fonte: Elaborado pela autora .....	122

## Sumário

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....	15
1.1 Objetivos do trabalho .....	18
1.1.1 Objetivo geral .....	18
1.1.2 Objetivo específico .....	18
1.2 Metodologia .....	19
1.3 Motivação .....	22
1.4 Resultados Esperados .....	23
1.5 Trabalhos Correlatos .....	23
1.6 Estrutura do trabalho .....	23
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO .....	25
2.1 Conceitos de Eletricidade .....	25
2.2 Instalações Elétricas .....	31
2.3 Componentes das instalações .....	32
2.3.1 Condutores elétricos .....	32
2.3.2 Eletrodutos .....	45
2.3.3 Disjuntores .....	46
2.3.4 Quadro de distribuição (QD) .....	52
2.4 Inspeções e manutenções segundo NBR 5410:2004 .....	54
2.5 Termografia .....	59
2.6 Megôhmetro .....	63
CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO .....	65
3.1 Edificações .....	65
3.2 Inspeções realizadas .....	65
3.3 Critérios .....	68
3.4 Condomínio SQN 211 .....	69
3.4.1 Apartamento 202 .....	69
3.4.2 Apartamento 208 .....	72
3.4.3 Apartamento 301 .....	74

3.4.4	Apartamento 302 .....	77
3.4.5	Apartamento 303 .....	80
3.4.6	Apartamento 312 .....	82
3.4.7	Apartamento 411 .....	84
3.4.8	Apartamento 611 .....	87
3.5	Condomínio SQN 304.....	89
3.5.1	Apartamento 102 .....	90
3.5.2	Apartamento 107 .....	92
3.5.3	Apartamento 108 .....	94
3.5.4	Apartamento 203 .....	96
3.5.5	Apartamento 208 .....	99
3.5.6	Apartamento 303 .....	101
3.5.7	Apartamento 306 .....	103
3.5.8	Apartamento 406 .....	105
3.5.9	Apartamento 503 .....	107
3.5.10	Apartamento 506 .....	110
	CAPITULO 4 – RESULTADOS E ESTATÍSTICAS.....	113
4.1	Tipos de patologias .....	113
4.2	Situação dos apartamentos.....	119
4.3	Acidentes.....	121
	CAPITULO 5 – CONCLUSÃO .....	123
5.1	Trabalhos futuros .....	124
	APÊNDICE A – RECOMENDAÇÕES AOS MORADORES DO CONDOMÍNIO 211 – BLOCO K.....	128
	APÊNDICE B – RECOMENDAÇÕES AOS MORADORES DO CONDOMÍNIO 304 – BLOCO H .....	138

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, os brasileiros passaram a ter mais equipamentos em suas residências e, com isso, uma mudança na forma de consumir energia. Uma instalação elétrica residencial feita há vinte anos, onde se alimentava somente uma TV, uma geladeira e um chuveiro, não é mais satisfatória nos dias de hoje. (ABRACOPEL, 2015)

Apesar do grande salto da tecnologia, muitas residências não acompanharam essa evolução. E como consequência temos muitas residências consideradas subdimensionadas para os padrões atuais. Uma instalação mal dimensionada ou mal elaborada pode causar uma série de riscos como choques elétricos, incêndios, entre outros. O número de acidentes com energia elétrica no Brasil aumentou e a maioria deles acontece dentro de casa. (PAIVA, 2015) Existem medidas de segurança que precisam ser seguidas e dispositivos que são obrigatórios, ambos apresentados nesse trabalho.

Uma instalação elétrica é o sistema elétrico físico, ou seja, é o conjunto de componentes elétricos associados e coordenados entre si, composto para um fim específico, onde inclui componentes elétricos que não conduzem corrente, mas que são essenciais ao seu funcionamento, como condutos, caixas e estrutura de suporte, etc. Já um sistema elétrico é um circuito ou conjunto de circuitos inter-relacionados, constituído para determinada finalidade, é formado por componentes elétricos que conduzem ou não corrente. Toda instalação elétrica corresponde a um sistema elétrico. (COTRIM, 2009)

Apesar das diferenças entre sistema elétrico e instalações elétricas, ambos são utilizados como sinônimos por muitos autores. (COTRIM, 2009)

A NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão – é a norma aplicada a todas às instalações elétricas com tensão nominal igual ou inferior a 1000V em corrente alternada (CA) ou 1500V em corrente contínua (CC). (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A NBR 5410 estabelece condições a que as instalações elétricas de baixa tensão devem satisfazer, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

As instalações elétricas devem passar por manutenções periódicas, onde a periodicidade delas deve ser adequada a cada tipo de instalação. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

As manutenções periódicas, além de serem um item estabelecido pela norma, são de suma importância, pois asseguram que as características desejáveis, como qualidade, segurança, confiabilidade, eficiência, entre outras, serão atendidas.

A falta de manutenção nas instalações pode ocasionar sobrecargas, curtos-circuitos, choques, incêndios, entre outros. (CONAB, 2011)

Segundo a Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL), o número de incêndios causados por sobrecarga e curto circuito aumentaram 49% no último ano, passando de 295 em 2014 para 441 em 2015. A maioria desses incêndios é causada em razão de instalações elétricas mal dimensionadas ou mal elaboradas. (PROGRAMA CASA SEGURA)

Ainda segundo a ABRACOPEL, em 2015 foram 590 mortes causadas por choque elétrico, uma queda de 6% em relação ao ano de 2014, onde ocorreram 627 vítimas fatais. Queda considerável, porém, o número de mortes ainda é alto e precisa ser diminuído. (ABRACOPEL)

Em 2015 o número total de acidentes envolvendo eletricidade, com ou sem vítimas fatais, foi 1.257, enquanto em 2014 foram 1.222. (PROGRAMA CASA SEGURA)

O problema dos acidentes envolvendo eletricidade está associado, na maioria das vezes, com instalações elétricas que não guardam conformidade com as normas Brasileiras. Por isso é sempre importante chamar atenção para um correto projeto e adequada execução de instalações elétricas baseadas nas normas que definem os requisitos mínimos de segurança e qualidade.

Esse trabalho apresenta as principais patologias encontradas em unidades residenciais localizadas na Asa Norte – Brasília – DF. As inspeções técnicas foram realizadas em consonância com a Lei 5.194/66, as Resoluções nº 205, 218 e 345 do CONFEA, e as normas técnicas da ABNT, em especial as seguintes normas: NBR 5674/12 – Manutenção de Edificações: Requisitos para o Sistema de Gestão de Manutenção, NBR 5410/2004- Instalações Elétricas de Baixa Tensão, NBR 14136/2002 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo. Também se utilizada a NR – 10 – Instalações e Serviços em Eletricidade. A NR-10 é a Norma Regulamentadora emitida pelo Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, que tem por objetivo garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que interagem com instalações e serviços em eletricidade.

Entende-se por qualidade da edificação a obra que atende seus objetivos para os quais foi concebida. (Relatório de Vistoria de Patologias Prediais, 2011)



Por tanto, a obra deve atender efetivamente a essas necessidades de uso, isolamento térmico e acústico, fluxo de usuários e daqueles que mantém a ordem e a higiene do ambiente, à segurança, a durabilidade do edifício e a capacidade econômica no que diz respeito aos gastos básicos para seu funcionamento. (Relatório de Vistoria de Patologias Prediais, 2011)

O crescente número de acidentes com energia elétrica impõe novos métodos e dispositivos que permitem o uso seguro e adequado da eletricidade reduzindo o perigo às pessoas, além de perdas de energia e danos às instalações elétricas. (SIEMENS, 2009)

As correntes de fuga à terra nas instalações elétricas mal executadas, subdimensionadas, com má conservação ou envelhecimento, podem causar riscos às pessoas, aumento de consumo de energia, aquecimento indevido, destruição da isolação e incêndios. Esses efeitos podem ser interrompidos por meio de um Dispositivo DR, Módulo DR ou Disjuntor DR. (SIEMENS, 2009)

De acordo com Norma Brasileira de Instalações Elétricas – ABNT NBR 5410, é obrigatório o uso em todo território nacional conforme lei 8078/90, art. 39 - VIII, art. 12, art. 14, para proteção de pessoas contra os perigos dos choques elétricos que podem ser fatais (corrente de fuga à terra  $\geq 30\text{mA}$ ), através do uso do Dispositivo DR. Outro ponto relevante a se destacar é a sobrecarga, que pode danificar e acelerar o tempo de vida útil dos condutores elétricos, além de colocar em risco as pessoas e a própria instalação.

O pino terra é o pino da tomada que faz ligação do aparelho com o sistema de aterramento da rede elétrica. Ele protege os usuários de pequenos choques elétricos que os aparelhos, podem, eventualmente, causar. O sistema de aterramento é obrigatório por lei nas construções novas desde 2009, de tão importante que é para a segurança das pessoas e dos equipamentos.

A avaliação do sistema isolante dos condutores elétricos consiste em uma das principais ferramentas para determinar a condição operacional dos equipamentos elétricos. Assim, as inspeções analisam os aspectos conceituais referentes à medida da resistência do isolamento, os procedimentos para executá-la e avaliar os resultados obtidos. A resistência de isolamento é um ensaio muito importante para avaliar a qualidade de uma instalação elétrica. (Ensaio de resistência de isolamento e de rigidez dielétrica)

A técnica da termografia permite retratar um perfil térmico de forma gráfica dos elementos de uma instalação elétrica. Com isso, é possível, obter um mapeamento para

estabelecer um plano de reforma às patologias das instalações elétricas encontradas, garantindo a segurança, o uso e a qualidade das atividades desenvolvidas nos limites da edificação, descrevendo as causas elétricas e as soluções imediatas transformando a reforma das instalações em uma prevenção de problemas futuros e maiores gastos para a manutenção.

Nesse cenário, o trabalho propõe uma avaliação e identificação das principais patologias elétricas encontradas em instalações elétricas de baixa tensão para residências. É apresentada uma metodologia para identificação dessas patologias, aplicando os ensaios elétricos recomendados pela NBR 5410:2004. Essa metodologia para avaliar as patologias é desenvolvida com base em inspeções elétricas visuais e ensaios elétricos, com vistas a mapear e identificar a situação elétrica das edificações residenciais. Portanto, o trabalho proposto visa identificar e propor soluções das principais patologias com vistas a se obter maior segurança das pessoas, animais e do próprio funcionamento adequado das instalações. Por fim, esse trabalho estabelece as condições que as instalações elétricas de baixa tensão devem satisfazer, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

## 1.1 Objetivos do trabalho

### 1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar, avaliar e catalogar as patologias nas instalações elétricas residenciais em condomínios de Brasília com o intuito de identificar os riscos, as perdas e propor soluções para as anomalias encontradas.

### 1.1.2 Objetivo específico

- **Adquirir conhecimentos em instalações elétricas de baixa tensão**, aprofundados na NBR 5410, NBR 14136 e NBR 5674. Em relação a NBR 5410: 2004, espera-se aprofundar os conhecimentos nos ensaios elétricos exigidos, nas inspeções visuais, nas exigências de um bom projeto elétricos e as recomendações no tocante à segurança. O estudo da NBR 5674 vai nortear o desenvolvimento de um procedimento de manutenção aplicado em instalações elétricas residenciais.
- **Aprofundar os conhecimentos sobre a técnica de termografia** e identificar as temperaturas máxima de operação dos componentes de uma instalação elétrica.

- **Definir e mapear os ensaios elétricos** a serem realizados nas instalações residenciais, com vistas a possibilitar o mapeamento das patologias elétricas.
- **Desenvolver um modelo** de inspeções elétricas baseado no estudo da NBR 5410:2004. Como não existe modelo de inspeções visuais estabelecido pelas normas NBR 5410:2004 e NBR 5674:2012, é elaborado um modelo adequado às instalações elétricas residenciais.
- **Identificar as patologias** nas instalações elétricas residenciais e **gerar dados estatísticos** sobre sua relação com as ausências de manutenção, acidentes elétricos, ausência de reformas e reformas elétricas inadequadas.
- **Desenvolver os índices de risco** em função das patologias identificadas, que vão definir a criticidade em relação a sobrecarga, curto-circuito, choque elétrico e segurança.
- **Propor solução para correção** das patologias elétricas encontradas nas instalações residenciais.
- **Identificar os riscos** provocados pelas patologias encontradas e **criar uma cartilha básica** com as recomendações das instalações elétricas residenciais. Essa cartilha visa apresentar as patologias e orientar as pessoas sobre seu risco e sua solução.
- **Correlacionar dados estatísticos de acidentes** por choque elétrico, sobrecarga e curto circuito com as patologias encontradas em campo e sua relação. Nesse contexto, será mapeado o grau de risco da patologia com os acidentes.
- **Comparar as patologias** em instalação elétricas reformadas e não reformadas, com o objetivo de gerar dados estatísticos comparativos sobre as principais patologias.
- **Demonstrativo de um protótipo de uma instalação elétrica residencial**, com vistas a apresentar as principais patologias encontradas no mapeamento em campo e sua solução. O modelo de inspeções elétricas desenvolvido será demonstrado no protótipo da mesma forma que foi aplicado em campo.

## 1.2 Metodologia

O procedimento utilizado neste projeto é do tipo quantitativo, ou seja, busca por resultados que possam ser quantificados, por meio da coleta de dados relacionados às patologias em instalações elétricas residenciais. Nesse contexto, a técnica empregada visa atingir os objetivos específicos e para tal, o projeto é dividido nas seguintes etapas:

- **1ª Etapa:** Na revisão bibliográfica se estuda e aprofunda os conhecimentos em instalações elétricas de baixa tensão, com ênfase no estudo da NBR 5410, NBR 14136 e NBR 5674. Na NBR 5410, o estudo visa identificar os detalhes exigidos para prática e testes em uma instalação elétrica, assim como quais são os ensaios exigidos por essa norma. É aprimorado e implementando os critérios de manutenção em instalações elétricas exigidos pela NBR 5674 e NBR 14136. Quanto a NBR 5674, o estudo visa identificar as periodicidades de manutenção em edificações, com vistas a desenvolver um processo de manutenção específica para uma instalação residencial.
- **2ª Etapa:** Estudar a técnica de termografia que permite avaliar a qualidade das instalações elétricas, no tocante a elevação de temperatura e ao estado de conservação dos componentes de uma instalação elétrica. Esta é uma ferramenta útil para diagnóstico usado na manutenção predial, que vai permitir identificar algumas patologias nas instalações e apontar os riscos. Hoje em dia é usada em instalações elétricas residencial, comercial e industrial. A câmara termográfica é um poderoso instrumento usado para investigar a patologia precoce e outros problemas em componentes elétricos em geral, evitando assim, panes e interrupções de energia nas instalações de interesse do usuário.
- **3ª Etapa:** Consiste em avaliar e aplicar os ensaios nas instalações elétricas exigidos pela NBR 5410. São executados os exames de medição de resistência de isolamento e desenvolvido um formulário para realização das inspeções visuais. Também definir e mapear todos os ensaios exigidos para uma instalação elétrica de baixa tensão e adicionar ao formulário.
- **4ª Etapa:** Elaborar um modelo técnico de inspeções elétricas com vistas ao atendimento da NBR 5410, NBR 5674 e NBR 14136. Esse modelo vai nortear as inspeções visuais e os ensaios necessários em cada unidade residencial a ser avaliada.
- **5ª Etapa:** Mapear e definir as unidades que são inspecionadas durante o projeto. As edificações são escolhidas em função da sua idade de construção.
- **6ª Etapa:** Realizar as inspeções em campo em cada uma das 18 unidades residenciais escolhidas. Nas inspeções, são aplicados todos os resultados exigidos pela NBR 5410:2004. Em seguida, coletar-se-ão e Tabelar-se-ão os resultados encontrados.

- **7ª Etapa:** Propor as recomendações necessárias para solucionar as não conformidades encontradas nas unidades residenciais através dos dados obtidos por unidade e por bloco residencial. Nessa etapa será apresentada uma solução para cada patologia e recomendações para melhora da qualidade das instalações elétricas.
- **8ª Etapa:** Definir o índice de risco das instalações elétricas da unidade residencial. O risco é avaliado em função dos ensaios de termografia, resistência de isolamento e inspeções visuais. O risco em uma instalação elétrica será classificado em alto, médio e baixo. A classificação do risco está associada às possibilidades de sobrecarga, curto-circuito e choque elétrico que uma instalação elétrica pode oferecer e quanto à segurança.
- **9ª Etapa:** Com os dados obtidos em campo, é gerado um mapeamento das estatísticas apontando as principais patologias nas instalações elétricas residências em Brasília.
- **10ª Etapa:** É desenvolvido um protótipo que representa uma instalação elétrica residencial e as principais patologias encontradas em campo serão simuladas e apresentadas para a banca. Todos os ensaios elétricos estabelecidos pela NBR 5410:2014 são apresentados e demonstrados.
- **11ª Etapa:** Desenvolvimento de um descritivo das patologias encontradas, suas possíveis soluções técnicas e consequências. Nessa etapa, é elaborado um mapa das principais patologias com suas soluções necessárias para aumentar a segurança das instalações elétricas residenciais.

A figura 1.1 mostra, de forma simplificada, a metodologia que é utilizada para elaborar o projeto.

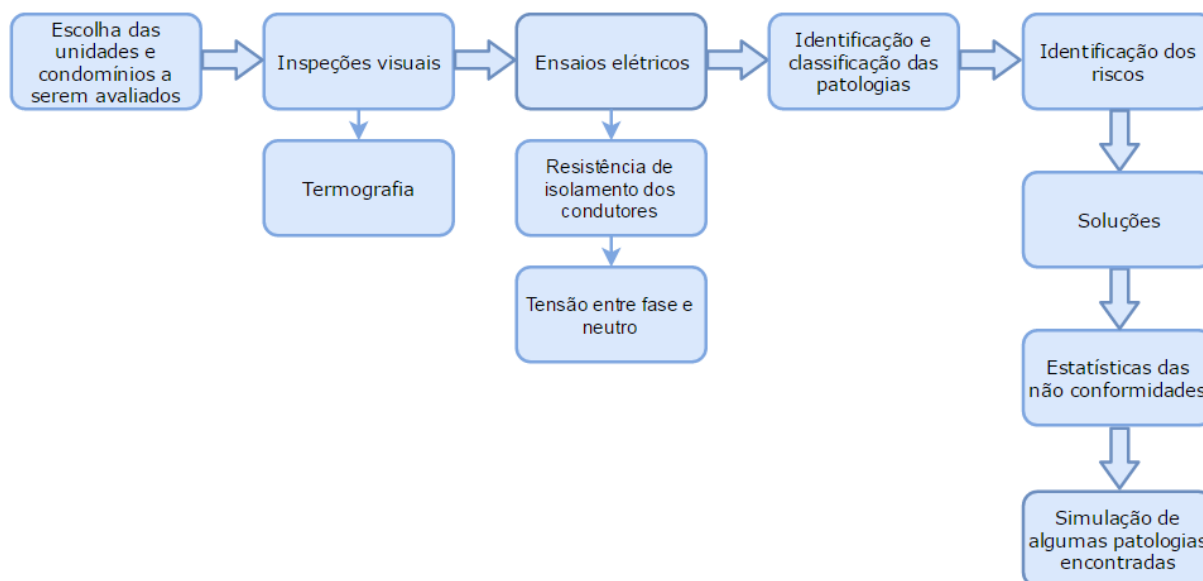


Figura 1.1 - Esquemático do projeto.  
Fonte: Elaborado pela autora

Primeiramente, é feita a escolha das unidades para realização das inspeções, que são separadas em inspeções visuais e ensaios elétricos. Os ensaios elétricos são divididos em Termografia com a avaliação dos componentes elétricos, medição da resistência de isolamento dos condutores com o megôhmetro e medição da tensão entre fase e neutro com o multímetro. Em seguida, a identificação e classificação de cada patologia encontrada e identificação dos riscos para as mesmas.

Com os dados obtidos é proposta uma solução para cada patologia encontrada e a partir disso são feitas estatísticas das não conformidades de acordo com as normas brasileiras. A partir daí, é feita uma simulação das principais patologias para apresentação do trabalho.

### 1.3 Motivação

No mundo atual a energia elétrica é sinal de qualidade de vida, que envolve saúde, segurança, conforto, entre outros. Mas, o mais importante é perceber a importância da energia elétrica no dia a dia. E ao mesmo tempo o perigo que ela nos traz.

Diariamente morrem dezenas de pessoas em acidentes envolvendo a eletricidade, sendo que, a maioria deles, acontecem dentro de casa e são acidentes passíveis de serem evitados. A falta de manutenção elétrica residencial é o principal motivo. Hoje no Brasil temos milhares de casas com instalações elétricas antigas, onde não são realizadas manutenções, o que faz com que os números de acidentes e, conseqüentemente, mortes, aumente cada dia mais.

#### 1.4 Resultados Esperados

Um painel é utilizado para apresentação, além dos equipamentos utilizados nas inspeções elétricas para demonstração dos testes realizados em campo.

Anseia-se encontrar apartamentos com as instalações elétricas corretas e seguindo as normas, porém, acredita-se que a grande maioria esteja fora dos padrões brasileiros.

O projeto procura mostrar a importância das manutenções elétricas periódicas nas residências para a diminuição dos acidentes residenciais.

#### 1.5 Trabalhos Correlatos

Existem poucos trabalhos na área de patologia das instalações elétricas de baixa tensão. Cassia Figueiredo Rossi Dardengo realizou um trabalho de identificação de patologias e proposição de diretrizes de manutenção preventiva em edifícios residenciais multifamiliares da cidade de Viçosa-MG, onde tem como objetivo a identificação das patologias mais comuns em edifícios residenciais, verificando se elas estão associadas ou não a existência de atividades de manutenção predial e em seguida propôs uma sistemática de ações a serem utilizadas para a implantação de atividades de manutenção predial. (DARDENGO, 2010)

Por outro lado, Aretusa Carvalho Rodrigues fez uma análise das principais manifestações patológicas observadas em edifícios residenciais, de alto padrão, de uma construtora situada na cidade de Porto Alegre. Com as análises, foram feitas observações para a identificação dos problemas a fim de propor soluções para que se minimize ou se evite o surgimento dessas ocorrências. Os principais problemas encontrados nas edificações foram no item das esquadrias com um percentual de 31%, instalações hidráulicas (21%) e instalações elétricas (14%). (RODRIGUES, 2013)

Assim, este trabalho visa identificar, avaliar e catalogar as patologias nas instalações elétricas residenciais em condomínios de Brasília. Após a realização das inspeções é feita a classificação dos riscos e proposta soluções para as patologias encontradas em cada apartamento. Em seguida são realizadas comparações entre as instalações reformadas e uma analogia com acidentes envolvendo eletricidade.

#### 1.6 Estrutura do trabalho

O desenvolvimento do trabalho é dividido em capítulos, estes elementos textuais serão descritos a seguir: O Capítulo 1 é composto pela introdução aos assuntos tratados, objetivos

gerais e específicos do trabalho, metodologia utilizada para realizar o projeto, motivação dele e resultados esperados. O capítulo 2 é o referencial teórico usado para a execução do trabalho. O capítulo 3 exibe a caracterização das patologias encontradas nas residências. O capítulo 4 analisa os resultados obtidos de acordo com a caracterização e as estatísticas. E, por último, o capítulo 5 traz as conclusões finais.



## CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os conceitos teóricos abordados para o desenvolvimento do projeto proposto, além de uma descrição dos materiais utilizados e suas justificativas de uso.

### 2.1 Conceitos de Eletricidade

Energia elétrica é o resultado do movimento das cargas elétricas no interior de um condutor. (CERVELIN e CAVALIN, 2008)

A compreensão dos fenômenos elétricos supõe um conhecimento básico da estrutura da matéria. Toda matéria é formada por moléculas, que são constituídas por combinações de tipos diferentes de partículas extremamente pequenas, que são os átomos. Partículas essas denominadas prótons, que possuem carga elétrica positiva, elétrons, que têm carga elétrica negativa, e nêutrons que são eletricamente neutros. (NISKIER e MACINTYRE, 2013)

No centro de um átomo está o seu núcleo, que é formado por prótons e nêutrons, e em torno desse núcleo, estão os elétrons girando com grande velocidade, como é apresentado na figura 2.1. (O Interior do Átomo)

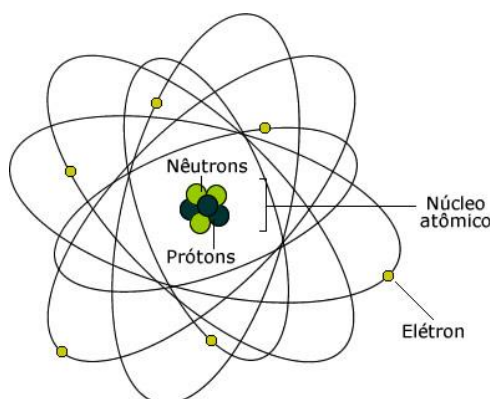


Figura 2.1 - Estrutura atômica.  
Fonte: (KÍTOR)

Em um condutor, os elétrons, a princípio, movimentam-se em todos os sentidos, estimulados por pequenas quantidades de energia ou pela temperatura ambiente. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

O acúmulo de elétrons em um corpo caracteriza a sua carga elétrica. Em eletricidade, a unidade de medida utilizada é dada em Coulombs (C). Um coulomb de carga é a carga total associada a  $6,242 \times 10^{18}$  elétrons. O movimento dos elétrons em uma única direção se denomina corrente elétrica. (BOYLESTAD, 2012)

A corrente elétrica é representada pela letra  $I$ . A intensidade da corrente é caracterizada como a quantidade de carga que atravessa a seção do condutor por unidade tempo. A unidade de medida da corrente elétrica é o ampère (A). Define-se, na prática, o ampère como a intensidade de escoamento de 1 coulomb em 1 segundo. (NUSSENZVEIG, 1997)

Usando o coulomb como unidade de carga, podemos determinar a corrente, em ampères, como é mostrado na equação 2.1.

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

*Equação 2.1 – Corrente.*  
*Fonte: (NUSSENZVEIG, 1997)*

Onde,  $I$  = corrente (A),  $Q$  = carga (C) e  $t$  = tempo (s).

O instrumento usado para medir a intensidade da corrente é o amperímetro, que deve ser ligado em série no circuito. Só há corrente elétrica se houver uma carga conectada a um circuito fechado. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Quando, entre dois pontos de um condutor, existe uma diferença nas concentrações de elétrons, diz-se que existe uma tensão elétrica ou potencial elétrico entre esses dois pontos. A tensão elétrica é representada pela letra  $U$ . A unidade de medida de tensão elétrica é o volt (V). (NISKIER e MACINTYRE, 2013)

Se um total de 1 joule (J) de energia é usado para mover a carga negativa de 1 coulomb (C), há uma diferença de 1 volt (V) entre os dois pontos, como é mostrado na equação 2.2. (BOYLESTAD, 2012)

$$U = \frac{W}{Q}$$

*Equação 2.2 – Tensão.*  
*Fonte: (BOYLESTAD, 2012)*

Onde,  $U$  = tensão (V),  $W$  = energia (J) e  $Q$  = carga (C).

Para medição da tensão elétrica, é utilizado o voltímetro, sendo que, este deve estar em paralelo com o circuito, ou seja, o multímetro deve ficar submetido à mesma tensão que deve ser medida. (BRAGA)

Em resumo, a tensão aplicada é o mecanismo de partida e a corrente é uma reação à tensão aplicada.

A existência de elétrons livres classifica os materiais em condutores ou isolantes. Pode-se chamar condutores os materiais que permitem a passagem de um fluxo intenso de elétrons com a aplicação de uma tensão relativamente pequena. Ou seja, um condutor elétrico é um

material que oferece pequena resistência à passagem dos elétrons. Materiais como a prata, o cobre, o alumínio etc. são denominados condutores elétricos. (BOYLESTAD, 2012)

O cobre é o condutor mais utilizado, devido a sua excelente condutividade elétrica e por apresentar resistência elétrica baixa em relação a outros metais não preciosos. Por ser o mais usado, foi escolhido como padrão para o cálculo das condutividades relativas que são apresentadas na Tabela 2.1. (BOYLESTAD, 2012)

Tabela 2.1 - Condutividade Relativa.

Metal	Condutividade Relativa (%)
Prata	105
Cobre	100
Ouro	70,5
Alumínio	61
Ferro	14

Fonte: (BOYLESTAD, 2012) - Adaptado

Isolantes são materiais que possuem poucos elétrons livres, sendo necessária a aplicação de uma tensão muito elevada para estabelecer uma corrente mensurável. Ou seja, um isolante elétrico é o que oferece grande resistência à corrente elétrica. Materiais como vidro, porcelana, borracha, etc. são denominados isolantes elétricos. (NISKIER e MACINTYRE, 2013)

Os materiais isolantes elétricos podem sofrer rupturas, permitindo assim, que um fluxo de carga percorra através dele. Quando isso ocorre, dizemos que a rigidez dielétrica do material foi rompida. (BOYLESTAD, 2012)

A Tabela 2.2 apresenta a rigidez dielétrica média de alguns isolantes conhecidos.

Tabela 2.2 - Rigidez dielétrica.

Material	Rigidez dielétrica média (kV/em)
Ar	30
Porcelana	70
Óleo	140
Borracha	270
Papel parafinado	500
Vidro	900
Mica	2000

Fonte: (BOYLESTAD, 2012) - Adaptado

Todos os materiais apresentam resistência, até mesmo os bons condutores. A dificuldade da passagem da corrente elétrica é chamada de resistência elétrica. Nos materiais condutores

a corrente elétrica circula com mais facilidade porque a resistência é pequena, já nos materiais isolantes, ocorre o contrário. (NISKIER e MACINTYRE, 2013)

Os primeiros estudos a respeito da resistência elétrica dos condutores foram feitos em 1826 pelo físico alemão Georg Simon Ohm (1789-1854). (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Ohm relacionou os valores das grandezas de corrente e tensão e concluiu que essas grandezas são diretamente proporcionais. A expressão matemática da primeira Lei de Ohm é dada na equação 2.3. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

$$R = \frac{U}{I}$$

*Equação 2.3 – Primeira Lei de Ohm.  
Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011)*

Onde R = resistência elétrica ( $\Omega$ ), U = tensão (V) e I = corrente (A).

A resistência elétrica é representada pela letra R e a unidade de medida é o ohm ( $\Omega$ ). A resistência é a capacidade que um condutor tem de se opor à passagem de corrente elétrica. (Leis de Ohm)

A Lei de Ohm não é uma lei fundamental da natureza, ela é, na verdade, uma descrição empírica de uma propriedade compartilhada por muitos materiais sob condições específicas. A resistência elétrica de um condutor varia de acordo com a temperatura, é diretamente proporcional ao comprimento do condutor e inversamente proporcional a área, como se pode observar na equação 2.4. (TIPLER e MOSCA, 2012)

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

*Equação 2.4 – Segunda Lei de Ohm.  
Fonte: (TIPLER e MOSCA, 2012)*

Onde R = resistência elétrica ( $\Omega$ ),  $\rho$  = resistividade do condutor ( $\Omega\text{m}$ ), L = comprimento (m) e A = área ( $\text{m}^2$ )

Resistividade elétrica é uma medida da oposição de um material ao fluxo de corrente elétrica. Quanto menor for a resistividade, melhor a passagem de uma carga elétrica pelo material. A resistividade elétrica é representada pelo símbolo  $\rho$  (rô) e a unidade de medida é o ohm metro ( $\Omega\cdot\text{m}$ ). (Resistividade Elétrica)

A resistividade é dada em função da temperatura. A medida que a temperatura aumenta, a resistividade elétrica do material também aumenta. Isso acontece devido a um aumento da agitação das partículas que constituem o material, aumentando assim, as colisões entre as partículas e os elétrons livres no interior do condutor. (INO, 2014)

Nos materiais condutores, como os metais, é necessário um grande aumento de temperatura para a percepção da variação na resistência elétrica. (INO, 2014)

O aquecimento nos condutores acarreta um aumento do estado de vibração das partículas que constituem o condutor e isso gera uma dificuldade na passagem da corrente elétrica. Em contrapartida, o aquecimento ocasiona um aumento do número dos elétrons livres, que são primordiais para a existência da corrente elétrica. (INO, 2014)

Sabendo que o aumento da temperatura varia diretamente o valor de resistência elétrica, a equação 2.5 apresenta como calcular o valor da resistividade elétrica para qualquer material em uma determinada temperatura, caso seja conhecido o coeficiente de temperatura ( $\alpha$ ). (INO, 2014)

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha (T - T_0)]$$

*Equação 2.5 - Variação da Resistividade com a temperatura.*

*Fonte: (TIPLER e MOSCA, 2012)*

Onde  $\rho$  = resistividade do condutor na temperatura final ( $\Omega\text{m}$ ),  $\rho_0$  = resistividade do condutor na temperatura inicial ( $\Omega\text{m}$ ),  $\alpha$  = coeficiente de temperatura, T = temperatura final e  $T_0$  = temperatura inicial.

A Tabela 2.3 apresenta valores de resistividade e dos coeficientes de temperatura de alguns materiais.

*Tabela 2.3 - Resistividade e Coeficientes de Temperatura.*

Material	Resistividade $\rho$ a 20°C, $\Omega\text{.m}$	Coeficiente de temperatura $\alpha$ a 20°C, $K^{-1}$
Alumínio	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$
Cobre	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$3,93 \cdot 10^{-3}$
Ferro	$10 \cdot 10^{-8}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Chumbo	$22 \cdot 10^{-8}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$
Platina	$100 \cdot 10^{-8}$	$3,927 \cdot 10^{-3}$
Prata	$1,6 \cdot 10^{-8}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Tungstênio	$5,5 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Carbono	$3500 \cdot 10^{-8}$	$-0,5 \cdot 10^{-3}$

*Fonte: (TIPLER e MOSCA, 2012) – Adaptado*

Para especificação de equipamentos elétricos utilizamos a potência elétrica. Essa grandeza é definida como o trabalho realizado na unidade de tempo. A potência é geralmente responsável pelas dimensões dos equipamentos, que são projetados para desenvolver ou dissipar certa potência. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Para haver potência é necessário que haja tensão elétrica (U) e corrente elétrica (I), essas são grandezas que variam de forma direta, ou seja, ao aumentar a corrente e a tensão, a potência será maior, ao diminuir a corrente e tensão, ocorre o contrário. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Em um sistema elétrico, existem três tipos de potência, potência ativa, reativa e aparente. A potência ativa (P), é a capacidade real das cargas produzirem trabalho, que usualmente se transforma em potência luminosa, térmica ou mecânica. A unidade de medida da potência ativa é o watt (W). O cálculo da potência ativa em um circuito pode ser feito em três diferentes formas. Para circuitos de corrente contínua (CC) a potência ativa é calculada de acordo com a equação 2.6. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

$$P = U \cdot I$$

*Equação 2.6 - Potência Ativa – CC.  
Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011)*

Onde P = potência ativa (W), U = tensão elétrica (V) e I = corrente (A)

Para circuitos de corrente alternada (CA) monofásica a potência é obtida multiplicando a tensão e corrente pelo fator de potência. Fator de potência (FP) é um índice que mostra a forma como a energia elétrica recebida está sendo utilizada, definido por  $\cos \phi$ , onde  $\phi$  é ângulo de fase entre corrente e tensão. A equação 2.7 mostra como calcular a potência ativa em circuitos de corrente alternada monofásica. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

$$P = U \cdot I \cdot FP$$

*Equação 2.7 - Potência Ativa - CA Monofásica.  
Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011)*

Onde P = potência ativa (W), U = tensão elétrica (V), I = corrente (A) e FP = fator de potência.

Para circuitos de corrente alternada (CA) trifásica a potência ativa trifásica, tanto para ligação estrela quanto para triângulo é a mesma. É a soma das potências das três fases e é calculada de acordo com a equação 2.8. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot FP$$

*Equação 2.8 - Potência Ativa - CA Trifásica.  
Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011)*

Onde P = potência ativa (W), U = tensão elétrica (V), I = corrente (A) e FP = fator de potência.

A potência reativa é responsável pela produção dos campos eletromagnéticos fundamental para o funcionamento de equipamentos como reatores, motores e transformadores. A unidade de medida da potência reativa é o var (volt-ampère-reactivo) e pode ser calculada de acordo com a equação 2.9. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

$$Q = U \cdot I \cdot \text{sen}\phi$$

Equação 2.9 - Potência Reativa.  
Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Onde Q = potência reativa (var), U = tensão (V), I = corrente (A) e  $\phi$  = ângulo (rad.).

A potência aparente é a potência total gerada e transmitida à carga, a sua unidade de medida é o volt-ampère (VA). A potência aparente é obtida através da soma vetorial das potências ativa (W) e reativa (var), como mostrado na imagem 2.2 e na equação 2.10. (Grandezas Elétricas)

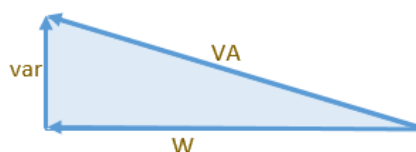


Figura 2.2 - Triângulo de potências.  
Fonte: (Grandezas Elétricas) - Adaptado

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Equação 2.10 - Potência Aparente.  
Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

## 2.2 Instalações Elétricas

Todas as instalações elétricas, devem ser elaboradas e/ou reformadas com base em documentos normativos que, no Brasil, são de responsabilidade da ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas. (FILHO, 2002)

As instalações elétricas são divididas em quatro tipos, são eles, instalações elétricas de alta tensão, onde a tensão nominal é maior que 36.200 V em CA, instalações elétricas de média tensão, cuja tensão nominal é menor que 36.200 V e maior que 1.000 V em CA, instalações elétricas de baixa tensão, em que a tensão nominal é igual ou inferior a 1.000 V em CA ou 1.500 V em CC, e instalações elétricas de extra baixa tensão, no qual a tensão nominal é igual ou inferior a 50 V em CA ou a 120 V em CC. (COTRIM, 2009)

As instalações residências são classificadas como instalações elétricas de baixa tensão. A norma aplicada às instalações elétricas de baixa tensão é a ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão (última edição da norma, de 2004), esta é baseada na norma internacional IEC 60364 – Electrical Installations of Buildings. (COTRIM, 2009)

A NBR 5410 determina as condições a que as instalações elétricas de baixa tensão devem satisfazer, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Aplica-se às instalações novas e a reformas

em instalações existentes, onde reforma é entendida como modificações, seja para acomodar novos equipamentos elétricos ou substituir equipamentos existentes, não sendo, necessariamente, uma reforma geral da instalação. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A energia é distribuída por fases e dependendo do consumo pode ser monofásica, bifásica ou trifásica. O fornecimento elétrico monofásico é alimentado por uma única fase, o bifásico, por duas e o sistema trifásico, por três fases. (CEB, 2005)

Para residências que possuem carga instalada de até 11 kW, com dois condutores, sendo uma fase e um neutro, a medição é do tipo monofásica. Em residências com carga instalada superior a 11kW e inferior a 22kW, com três condutores, sendo duas fases e um neutro, a medição é do tipo bifásica. Caso a carga instalada seja de até 65kW, com quatro condutores, três fases e um neutro, a medição é do tipo trifásica. (CEB, 2005)

### 2.3 Componentes das instalações

Componente de uma instalação elétrica é um termo usado para designar itens da instalação. Esses itens podem ser materiais, acessórios, dispositivos, instrumentos, equipamentos (de geração, conversão, transformação, transmissão, armazenamento, distribuição ou utilização da eletricidade), máquinas, conjuntos, segmentos ou partes da instalação. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Os principais componentes inspecionados nas residências são definidos a seguir.

#### 2.3.1 Condutores elétricos

Condutor elétrico é todo material que possui a propriedade de conduzir ou transportar energia elétrica, ou transmitir sinais elétricos. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Em instalações residenciais, somente devem ser usados condutores de cobre. (ABNT NBR 5410:2004, 2004) Existem exceções para comércios e indústrias, mas estes tópicos não serão abordados neste trabalho.

Todos os condutores devem ser providos, no mínimo, de isolamento, a não ser no uso de condutores nus ou providos apenas de coberturas, para casos permitidos. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Os materiais isolantes podem ser separados em dois grandes grupos chamados de termoplásticos e termofixos, que são diferenciados por suas aplicações. Os termoplásticos são materiais que sofrem mudanças físicas reversíveis com a temperatura, ou seja, quando um



desses materiais é aquecido, sofre um amolecimento gradual, e quando a fonte de calor é retirada, o material esfria e recupera suas características originais. Um exemplo de termoplástico é o cloreto de poli-vinila (PVC). Por outro lado, os termofixos apresentam uma excelente estabilidade em uma ampla faixa de temperatura, mantendo em alta porcentagem suas características mecânicas. Isso é adquirido mediante uma mudança físico-química irreversível, chamada vulcanização, que é uma reticulação das moléculas do polímero. Após essa mudança o material perde sua termoplasticidade. Como exemplo de termofixos temos o polietileno reticulado (XLPE) e borracha etilenopropilênica (EPR). (NERY, 2011)

Os cabos com isolamento de EPR devem atender à ABNT NBR 7286, os de XLPE à ABNT NBR 7287 e os de PVC à ABNT NBR 7288 ou à ABNT NBR 8661. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A corrente transportada pelos condutores, durante períodos prolongados em funcionamento normal, deve ser de acordo com a temperatura máxima para serviço contínuo dado na Tabela 2.4. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Tabela 2.4 - Temperaturas características de condutores.

Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Controle de polivinila (PVC) até 300 mm <sup>2</sup>	70	100	160
Controle de polivinila (PVC) maior que 300 mm <sup>2</sup>	70	100	140
Borracha etilenopropilênica (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

Em instalações residenciais, geralmente são utilizados condutores isolados de PVC devido a seu baixo custo. (NERY, 2011)

O dimensionamento dos condutores tem por finalidade a determinação do valor da sua seção nominal (comercialmente existente), de modo a poder transportar a corrente necessária ao funcionamento do circuito, sem se danificar, e com a isolamento apropriada para suportar a tensão nominal do circuito. (NERY, 2011)

O dimensionamento dos condutores é feito levando em consideração fatores que, devido às características de instalação, poderiam ocasionar danos ao condutor, como por exemplo, um aquecimento superior à temperatura limite do material de isolamento, que normalmente é inferior à suportada pelo material condutor, no caso das instalações residenciais o cobre, ou no funcionamento dos equipamentos da instalação, como a tensão das cargas devido à queda de tensão nos condutores do circuito devido a sua própria resistência. (NERY, 2011)

A seção dos condutores fase em circuitos CA e CC não devem ser inferiores aos valores dados na Tabela 2.5. A NBR 5410 especifica os condutores em mm<sup>2</sup> e admite a menor seção possível para se utilizar em cada tipo de circuito. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Tabela 2.5 - Seção mínima dos condutores.

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor (mm <sup>2</sup> ) – Cobre (Cu)
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuito de iluminação	1,5
		Circuito de força	2,5
		Circuito de sinalização e circuitos de controle	0,5
	Condutores nus	Circuitos de força	10
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4
		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
Linhas flexíveis com cabos isolados	Para qualquer outra aplicação	0,75	
	Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75	

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

Essas seções são mínimas para que, em situações normais, com o correto dimensionamento dos circuitos de acordo a norma, atendam às condições mínimas de utilização adequada e de segurança. (NERY, 2011)

O condutor neutro, tem como finalidade o equilíbrio e a proteção do sistema elétrico. O condutor neutro em um circuito monofásico deve ter a mesma seção do condutor fase. Nos

circuitos trifásicos, o condutor neutro pode ter seção reduzida em relação ao condutor fase, na ligação estrela, quando não for prevista a presença de harmônicas ou quando a seção reduzida do condutor neutro possuir capacidade de condução de corrente superior a máxima corrente susceptível de acontecer no neutro em situação normal de serviço. A Tabela 2.6 apresenta a seção do condutor neutro mínima para circuitos trifásicos onde a seção de fase é maior que 25mm<sup>2</sup>. (NERY, 2011)

Tabela 2.6 - Seção do condutor neutro para circuitos trifásicos.

Seção do condutor fase (SF) (mm <sup>2</sup> )	Seção mínima do condutor neutro (SN) (mm <sup>2</sup> )
SF ≤ 25	SF
35	25
50	25

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) - Adaptado

Em circuitos trifásicos com neutro, embora que equilibrado, a seção do condutor neutro não pode ser inferior à dos condutores fase se o circuito tiver corrente de terceira harmônica superior a 15%. Se a taxa estiver entre 15% e 33% a seção do neutro pode ser igual à da fase, porém, se a taxa for maior que 33%, pode ser necessário o condutor neutro com seção superior à da fase. Para casos em que a corrente de terceira harmônica é maior que 33% existem fatores de correção a serem utilizados, que não são listados aqui por não estarem no escopo do trabalho. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

O condutor de proteção, terra, deve ser utilizado em todos os circuitos da instalação, a sua seção é determinada conforme a Tabela 2.7. Caso a aplicação da Tabela conduza a seções não padronizadas, devem ser escolhidos condutores na seção padronizada mais próxima. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Tabela 2.7 - Seção mínima do condutor de proteção (terra).

Seção do condutor fase (SF) (mm <sup>2</sup> )	Seção mínima do condutor terra (SN) (mm <sup>2</sup> )
SF ≤ 16	SF
16 < SF ≤ 35	16
SF > 35	SF/2

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) - Adaptado

Em uma instalação elétrica é definido a maneira como os condutores são instalados, como em eletrodutos embutidos ou aparentes, em canaletas ou em bandejas, subterrâneos, diretamente enterrados ou ao ar livre, em escadas para cabos, cabos unipolares ou multipolares, entre outros. A forma de instalação tem influência no que se refere à capacidade

de troca térmica entre os condutores e o ambiente, e também na sua capacidade de condução de corrente elétrica. A Tabela 2.8 apresenta métodos de instalação dos condutores de acordo com a NBR 5410:2004. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Tabela 2.8 - Tipos linhas elétricas.

Método de instalação número	Descrição	Método de referencia
1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante.	A1
2	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante.	A2
3	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto.	B1
4	Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto.	B2
5	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede.	B1
6	Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede.	B2
7	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.	B1
8	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria.	B2
11	Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo.	C
11A	Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto.	C
11B	Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado do teto mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo.	C
12	Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira.	C

13	Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical.	E (multipolar) F (unipolares)
14	Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela.	E (multipolar) F (unipolares)
15	Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado (s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo.	E (multipolar) F (unipolares)
16	Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito.	E (multipolar) F (unipolares)
17	Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso (s) por cabo de suporte, incorporado ou não.	E (multipolar) F (unipolares)
18	Condutores nus ou isolados sobre isoladores.	G
21	Cabos unipolares ou cabos multipolares em espaço de construção <sup>5)</sup> , sejam eles lançados diretamente sobre a superfície do espaço de construção, sejam instalados em suportes ou condutos abertos (bandeja, prateleira, tela ou leito) dispostos no espaço de construção.	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
22	Condutores isolados em eletroduto de seção circular em espaço de construção.	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
23	Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção.	B2
24	Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção.	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
25	Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção.	B2
26	Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria.	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
27	Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria.	B2

31 32	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical.	B1
31A 32A	Cabo multipolar em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical.	B2
33	Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso.	B1
34	Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso.	B2
35	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspensa (o).	B1
36	Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspensa (o).	B2
41	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical.	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
42	Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada embutida no piso.	B1
43	Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada embutida no piso.	B1
51	Cabo multipolar embutido diretamente em parede termicamente isolante.	A1
52	Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido (s) diretamente em alvenaria sem proteção mecânica adicional.	C
53	Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido (s) diretamente em alvenaria com proteção mecânica adicional.	C
61	Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado (a).	D
61 A	Cabos unipolares em eletroduto (de seção não-circular ou não) ou em canaleta não ventilada enterrado (a).	D
63	Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado (s), com proteção mecânica adicional.	D
71	Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura.	A1

72 72A	72 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta provida de separações sobre parede. 72A - Cabo multipolar em canaleta provida de separações sobre parede.	B1 B2
73	Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido (s) em caixilho de porta.	A1
74	Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido (s) em caixilho de janela.	A1
75 75A	75 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta embutida em parede. 75A - Cabo multipolar em canaleta embutida em parede.	B1 B2

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) - Adaptado

Os métodos de referência são os métodos de instalação indicados na IEC 6036405052, em que a capacidade de condução de corrente é determinada por ensaio ou por cálculo. São eles:

A1 – Condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;

A2 – Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;

B1 – Condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;

B2 – Cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;

C – Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira;

D – Cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;

E – Cabo multipolar ao ar livre;

F – Cabos unipolares justapostos (na horizontal, na vertical ou em trifólio) ao ar livre;

G – Cabos unipolares espaçados ao ar livre. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

É necessário determinar o valor da corrente para dimensionamento dos condutores. Esse valor é chamado de corrente de projeto ( $I_B$ ). A corrente de projeto é a corrente que os condutores de um circuito de distribuição ou circuito terminal devem suportar, levando em conta as características nominais de cada uma. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Para calcular a corrente de projeto em circuitos monofásicos (F + N, F + F, 2F + N) resistivos, como lâmpadas incandescentes e resistência, é utilizado a equação 2.11, e para monofásicos indutivos, como reatores e motores, é usada a equação 2.12. Em circuitos trifásicos equilibrados (3F), a equação para o cálculo de  $I_B$  é dada na equação 2.13 e em circuitos trifásicos desequilibrados (3F + N), a equação é a 2.14. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

$$I_B = \frac{P_n}{U}$$

*Equação 2.11- Corrente de projeto para circuitos monofásicos resistivos.  
Fonte (CAVALIN e CERVELIN, 2011)*

$$I_B = \frac{P_n}{U \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

*Equação 2.12 - Corrente de projeto para circuitos monofásicos indutivos.  
Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011)*

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

*Equação 2.13 - Corrente de projeto para circuitos trifásicos equilibrados.  
Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011)*

$$I_B = \frac{P_n}{3 \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

*Equação 2.14 - Corrente de projeto para circuitos trifásicos desequilibrados.  
(CAVALIN e CERVELIN, 2011)*

Onde,  $I_B$  = corrente de projeto do circuito (A),  $P_n$  = potência elétrica nominal do circuito (W), U = tensão elétrica entre fases ou entre fase e neutro (V),  $\eta$  = rendimento,  $\cos \varphi$  = fator de potência.

No funcionamento normal do circuito, pode-se chamar condutor carregado aquele que efetivamente é percorrido pela corrente elétrica. Os condutores fase e neutro, são, nesse caso, considerados condutores carregados. A Tabela 2.9 indica o número de condutores a ser carregado para cada tipo de circuito. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)



Tabela 2.9 - Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito.

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

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

Para que as condições prescritas na Tabela 2.4 sejam atendidas, é importante considerar a capacidade de condução de corrente, em *ampères* para os métodos de referência listados na Tabela 2.8. As Tabelas 2.10, 2.11, 2.12 e 2.13 demonstram essa capacidade de condução de corrente para uma temperatura ambiente de 30°C (condutores não enterrados no solo) ou para uma temperatura do solo de 20°C (condutores enterrados no solo), condutor de cobre, temperatura no condutor de 70°C e 90 °C e isolamento de PVC e EPR ou XLPE.

Tabela 2.10 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D – Isolação PVC – Temp. no condutor 70°C.

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na Tabela 2.8											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

Tabela 2.11 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D – Isolação PVC – Temp. no condutor 70°C.

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na Tabela 2.8											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

Tabela 2.12 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G – Isolação PVC – Temp. no condutor 70°C.

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na Tabela 2.8						
	Cabos multipolares			Cabos unipolares			
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
	Método E	Método E	Método F	Método F		Método F	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2,5	30	25	31	24	25	34	29
4	40	34	41	33	34	45	39

6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
16	94	80	99	82	85	110	97
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

Tabela 2.13 - Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G – Isolação EPR ou XLPE – Temp. no condutor 90°C.

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na Tabela 2.8						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88
16	115	100	121	101	105	137	120
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) - Adaptado

As Tabelas 2.10 a 2.13 apresentam a capacidade de condução de corrente para temperatura ambiente de 30°C ou 20°C para linhas subterrâneas e para conjuntos de dois e três condutores carregados, ou seja, para circuito monofásico, bifásico ou trifásico. Essas Tabelas também são para resistividade térmica do solo de 2,5K.m/W, que é o valor recomendado pela IEC caso o tipo de solo e a localização geográfica não sejam especificadas. Caso os condutores do circuito não se encaixem nas especificações dadas nas Tabelas acima, é necessário efetuar correções. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

São duas correções que porventura é preciso fazer, correção de temperatura para casos em que a temperatura é diferente de 30°C para condutores não enterrados e de 20°C para linhas subterrâneas e correção da resistividade térmica do solo, caso a resistividade térmica do solo seja diferente de 2,5K.m/W. Esses fatores de correção são dados nas Tabelas 2.14 e 2.15, respectivamente. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Tabela 2.14 - Fatores de correção para temperaturas diferentes de 30°C para cabos não enterrados e de 20°C para linhas subterrâneas.

Temperatura °C	Isolação			
	PVC	EPR ou XLPE	PVC	EPR ou XLPE
	Ambiente		Do Solo	
10	1,22	1,15	1,10	1,07
15	1,17	1,12	1,05	1,04
20	1,12	1,08	-	-
25	1,06	1,04	0,95	0,96
30	-	-	0,89	0,93
35	0,94	0,96	0,84	0,89
40	0,87	0,91	0,77	0,85
45	0,79	0,87	0,71	0,80
50	0,71	0,82	0,63	0,76
55	0,61	0,76	0,55	0,71
60	0,50	0,71	0,45	0,65
65	-	0,65	-	0,60
70	-	0,58	-	0,53
75	-	0,50	-	0,46
80	-	0,41	-	0,38

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

Tabela 2.15 - Fatores de correção para linhas subterrâneas em solo com resistividade térmica diferente de 2,5K.m/W.

Resistividade térmica K.m/W	1	1,5	2	3
Fator de correção	1,18	1,1	1,05	0,96

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

### 2.3.1.1 Identificação dos Condutores

Os condutores devem ser organizados de forma a permitir sua identificação quando realização de verificações, ensaios, reparos ou modificações na instalação. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Os condutores utilizados como neutro, proteção (PE), proteção PEN, fase e retorno quer seja isolado, cabo unipolar ou veia de cabo multipolar, devem ser utilizados conforme essa função. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Em caso de identificação por cor, os condutores devem ser utilizados conforme a Tabela 2.16.

Tabela 2.16 - Identificação dos condutores por cor.

Condutor	Cor utilizada
Neutro	Cor azul claro
Proteção (PE)	Dupla coloração verde amarelo ou verde
Proteção (PEN)	Cor azul claro com anilhas verde-amarelo nos pontos visíveis ou acessíveis
Fase (s) e retorno (s)	Qualquer cor, exceto as cores utilizada nos condutores de neutro e proteção

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) - Adaptado

### 2.3.2 Eletrodutos

Eletrodutos são tubos de PVC ou de metal (magnéticos ou não magnéticos), que podem ser rígidos ou flexíveis. São atribuídos para proteção dos condutores contra ações mecânicas e contra corrosão e para proteção do meio contra perigo de incêndio, resultantes do superaquecimento dos condutores ou de arcos. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Os Eletrodutos utilizados em instalações elétricas são os metálicos rígidos, PVC rígidos, metálicos flexíveis e PVC flexíveis. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Eletrodutos metálicos rígidos são tubos de aço, com ou sem costura no sentido longitudinal, pintados interna e externamente com esmalte de cor preta ou são galvanizados. São fabricados com diferentes diâmetros e espessuras de parede. Os de parede fina são chamados de eletrodutos leves e os de parede grossa eletrodutos pesados. Os eletrodutos metálicos não devem ser utilizados em ambientes com alta concentração de umidade ou produtos corrosivos. O calor destrói a proteção de esmalte ou zinco do eletroduto, por esse motivo ele deve ser curvado a frio, evitando assim de oxidar-se. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Eletrodutos de PVC rígidos são fabricados com derivados de petróleo. Estes são isolantes elétricos, não sofrem corrosão nem são acometidos pelos ácidos. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Eletrodutos metálicos flexíveis são formados por uma cinta de aço galvanizado, enrolados em espirais meio sobrepostas e encaixados de forma que o conjunto proporciona

boa resistência mecânica e alta flexibilidade. Esses eletrodutos também são fabricados com um revestimento de PVC com a finalidade de proporcionar maior resistência e durabilidade. São utilizados em instalações elétricas expostas e em instalação de máquinas e motores elétricos, devido a vibrações. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Os eletrodutos flexíveis corrugados são fabricados em PVC. São resistentes a amassamento, devido à sua elevada resistência diametral, mesmo quando instalados em lajes de concreto. Os eletrodutos de PVC são classificados em três tipos, de acordo com a cor. Os de coloração amarela são para instalações que exigem leve esforço mecânico de até 320N/5cm de compressão e podem ser utilizados em paredes de tijolos, os de coloração laranja são para instalações com médio esforço mecânico, 750N/5cm e podem ser utilizados para lajes e pisos e, por fim, os de coloração preta para alto esforço mecânico, 1250N/5cm e utilizados em paredes de tijolos e concreto. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Os eletrodutos devem ser identificados, de forma visível com a marca de identificação do fabricante, diâmetro nominal e identificação se são flexíveis ou rígidos e se podem ser embutidos ou não. (NERY, 2011)

### **2.3.3 Disjuntores**

Os disjuntores são, ao mesmo tempo, dispositivos de proteção e de manobra e exercem, a princípio, três funções que os caracterizam: a primeira é a possibilidade de proteção elétrica de um circuito, ou melhor, de seus condutores, por meio da detecção de sobre correntes e da abertura do circuito; também, permitem comandar, por meio da abertura ou do fechamento voluntário, sob carga, circuitos ou equipamentos de utilização; e promovem o seccionamento de um circuito, na medida em que, ao abrir um circuito, asseguram uma distância de isolamento adequada. (COTRIM, 2009)

#### **2.3.3.1 Disjuntor termomagnético (DTM)**

Numa instalação elétrica, é importante garantir as condições ideais de funcionamento do sistema sob qualquer condição de operação, protegendo os equipamentos e a rede elétrica de acidentes provocados por alteração de corrente. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

A figura 2.3 apresenta os componentes internos de um disjuntor termomagnético.

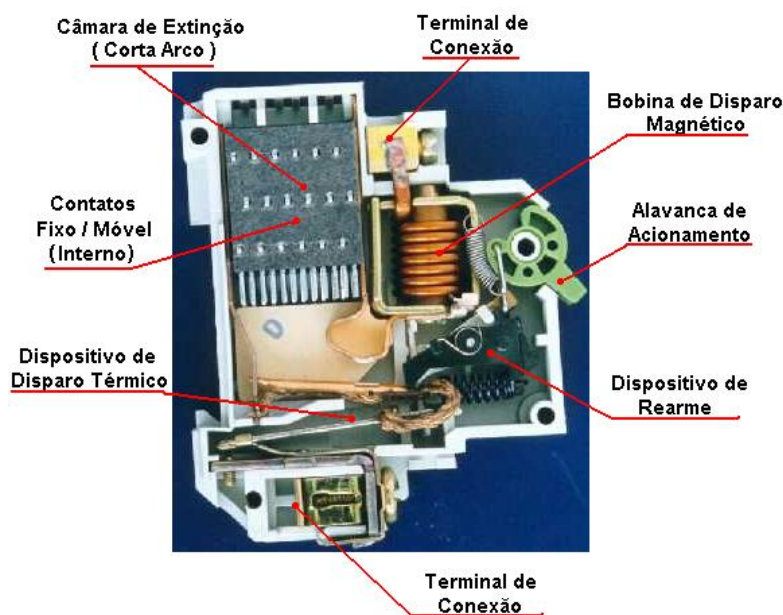


Figura 2.3 - Disjuntor termomagnético - componentes internos.  
Fonte: (CLAMPER, 2015)

Disjuntores termomagnéticos são dispositivos religáveis utilizados para proteção contra curtos-circuitos e sobrecarga. (NERY, 2011)

Pode-se operar o disjuntor de forma manual, desligando e ligando através de uma alavanca e caso haja uma sobrecarga ou curto-circuito, os disjuntores abrirão automaticamente, independente da função de proteção que esteja atuando. (NERY, 2011)

Em casos de sobrecargas contínuas acontece uma deflexão do bimetálico, que é suficiente para soltar o engate do disparo e abrir os contatos. No caso de curto-circuito, um eletroímã que envolve parcialmente o bimetálico é usado para provocar o disparo instantâneo. A alta corrente cria um forte campo magnético que atrai a armadura e solta o engate do disparo, do mesmo modo que o bimetálico funciona em sobrecargas. (NERY, 2011)

A NBR 5410:2004 determina premissas que devem ser cumpridas para que haja uma perfeita coordenação entre os condutores vivos de um circuito e o dispositivo que os protege contra correntes de sobrecarga e contra curtos-circuitos. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Devem ser previstos dispositivos de proteção para interromper toda corrente de sobrecarga nos condutores dos circuitos antes que ela possa provocar um aquecimento prejudicial à isolação, aos terminais ou às vizinhanças das linhas. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Para que a proteção dos condutores contra sobrecarga seja atendida, as características de atuação do dispositivo devem satisfazer as equações 2.15 e 2.16.

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Equação 2.15 – Coordenação entre condutores e dispositivos de proteção.  
Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

$$I_2 \leq 1,45I_z$$

Equação 2.16 – Coordenação entre condutores e dispositivos de proteção.  
Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Onde  $I_B$  = corrente de projeto do circuito,  $I_z$  = capacidade de condução de corrente dos condutores, nas condições previstas para sua instalação,  $I_n$  = corrente nominal do dispositivo de proteção (ou corrente de ajuste, para dispositivos ajustáveis),  $I_2$  = corrente convencional de atuação para disjuntores.

As correntes características do conjunto condutores-dispositivos de proteção devem atender às condições da imagem 2.4.

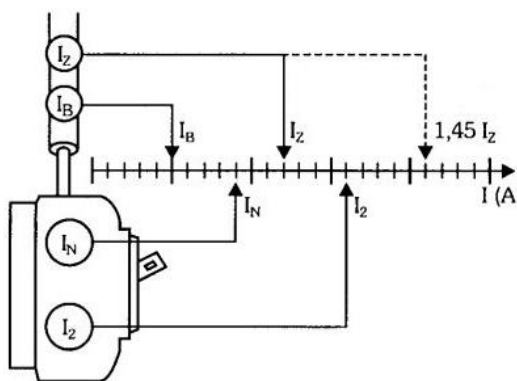


Figura 2.4 - Condições de atuação contra sobrecarga.  
Fonte: (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

A corrente nominal do dispositivo de proteção,  $I_n$ , não deve ser inferior à corrente de projeto do circuito,  $I_B$ . Isso evita a atuação do dispositivo quando o circuito estiver em funcionamento normal.  $I_n$  também não deve ser superior à capacidade de condução de corrente,  $I_z$ , dos condutores, assim o disjuntor deve ficar sobrecarregado quando ocorrer uma sobrecarga no circuito. A corrente de projeto do circuito,  $I_B$ , não deve ser superior à capacidade de condução de corrente dos condutores,  $I_z$ , e por fim, quando o circuito é sobrecarregado de 45%, ou seja, quando a corrente é 1,45 vezes a capacidade de condução da corrente  $I_z$ , o dispositivo de proteção deve atuar em uma hora ou duas, a depender dos dispositivos. Essa condição é exigida pela norma para garantir a atuação do dispositivo e evitar o aquecimento prejudicial dos condutores. Para sobrecorrentes inferiores à indicada o disjuntor também deve atuar, porém em um tempo mais longo. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)



### 2.3.3.2 Dispositivo diferencial-residual (DDR)

O dispositivo diferencial-residual (DR) é o meio mais eficaz de proteção das pessoas e dos animais domésticos contra choque elétrico. O DR é o único meio ativo de proteção contra contatos diretos e indiretos. Estes também podem exercer proteção contra incêndios e também auxiliar na qualidade da instalação. (COTRIM, 2009)

O DR detecta a soma fasorial das correntes que percorrem os condutores vivos de um circuito em um dado ponto da instalação elétrica, ou seja, a corrente diferencial-residual,  $I_{DR}$ , no ponto considerado provoca a interrupção dos circuitos, dentro de um tempo específico, quando  $I_{DR}$  ultrapassa um valor preestabelecido, chamado corrente diferencial-residual nominal de atuação,  $I_{\Delta N}$ . (COTRIM, 2009)

Na teoria, em um circuito normal, a soma fasorial das correntes que percorrem os condutores vivos, é igual a zero, isto é, a corrente diferencial-residual é nula, mesmo em circuitos com desequilíbrio de correntes, como o circuito trifásico desequilibrado. Na prática, não existe nenhum circuito absolutamente normal, ou seja, os equipamentos de utilização e as linhas elétricas sempre apresentam correntes de fuga que podem ser consideradas normais. São essas correntes que os dispositivos DR sentem. As equações 2.17 e 2.18 demonstram a corrente para instalações sem fuga ou falta, e com fuga ou falta, respectivamente. (COTRIM, 2009)

$$\begin{aligned}i_1 + i_2 + i_3 + i_n &= 0 & (i_{DR} = 0) \\ \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_N &= 0 & (\dot{I}_{DR} = 0)\end{aligned}$$

*Equação 2.17 - Corrente sem fuga ou falta.*

*Fonte: (COTRIM, 2009)*

$$\begin{aligned}i_1 + i_2 + i_3 + i_n &= 0 & (i_{DR} \neq 0) \\ \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_N &= 0 & (\dot{I}_{DR} \neq 0)\end{aligned}$$

*Equação 2.18 - Corrente com fuga ou falta.*

*Fonte: (COTRIM, 2009)*

Os dispositivos DR podem ser classificados quanto à sua sensibilidade. Quanto maior o valor da corrente diferencial-residual nominal de atuação, menor a sensibilidade. Os dispositivos com  $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$  são considerados de alta sensibilidade, possibilitando proteção contra contatos diretos e contra contatos indiretos, os com  $I_{\Delta N} > 30 \text{ mA}$  são de baixa sensibilidade, oferecendo apenas proteção contra contatos indiretos. (COTRIM, 2009)

Os dispositivos DR, são caracterizados pela corrente nominal  $I_N$ , tensão nominal  $U_N$ , frequência nominal  $f$ , corrente diferencial-residual nominal de atuação  $I_{\Delta N}$  e capacidade de interrupção nominal  $I_{CN}$ . (COTRIM, 2009)

A corrente nominal é o maior valor de corrente continuamente pelo dispositivo e que pode ser interrompida sem danificar seus componentes, os valores característicos são (em Ampères): 6, 10, 16, 25, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160 e 200. (COTRIM, 2009)

A tensão nominal é o valor de tensão ao qual são referidas certas características de funcionamento do DR, os valores característicos são (em Volts): 100, 110, 120, 200, 220, 230, 240, 380, 400, 415 e 440. (COTRIM, 2009)

A corrente diferencial-residual nominal de atuação é a corrente diferencial-residual que provoca a atuação do dispositivo. Os valores característicos são (em Ampères): 0,006; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 0,5; 1; 3; 5; 10 e 20. (COTRIM, 2009)

A capacidade de interrupção nominal é a maior corrente de curto-circuito que o DR consegue suportar sem se danificar, referida às suas características nominais de tensão, frequência e para um fator de potência determinado. Os valores característicos são (em kA): 0,5; 1; 1,5; 3; 4,5; 6; 10; 20; 50. (COTRIM, 2009)

Considera-se a corrente diferencial-residual de não atuação  $I_{\Delta N0}$  igual a  $0,5 I_{\Delta N}$ . Isso significa que um dispositivo DR pode atuar para qualquer valor de corrente diferencial-residual superior a  $0,5 I_{\Delta N}$ . Devido a isso, para a escolha de um DR para um determinado circuito, deve ser estimada a corrente de fuga,  $I_f$ , que pode circular durante o funcionamento normal das cargas alimentadas pelo circuito. Caso o valor dessa corrente seja maior que  $0,5 I_{\Delta N}$ , o dispositivo poderá atuar sem que haja nada de errado no circuito. Por isso, para o correto funcionamento de um dispositivo DR, deve ser considerada a condição expressa na equação 2.19. (COTRIM, 2009)

$$I_f \leq 0,5 I_{\Delta N}$$

Equação 2.19 - Condição para correto funcionamento do DDR.  
 Fonte: (COTRIM, 2009)

Os tempos máximos de atuação dos dispositivos DR são fixados em função dos valores da corrente diferencial-residual múltiplos de  $I_{\Delta N}$ , como é mostrado na Tabela 2.17.

Tabela 2.17 - Tempos máximos de atuação dos dispositivos DR.

$I_{\Delta N}$ (mA)	Tempo máximo (s)		
	$I_{\Delta N}$	$2 I_{\Delta N}$	0,25 A
6	5	1	0,04
10	5	0,05	0,04

Fonte: (COTRIM, 2009) - Adaptado

Certos equipamentos, como os que contém diodos, tiristores, etc. dão origem a componentes contínuos em circuitos CA, por isso, os DRs devem ser capazes de detectar não apenas correntes senoidais, mas também as correntes com componentes contínuas. Devido a isso, os DRs são classificados em três categorias: (a) tipo AC, que é sensível apenas a correntes alternadas senoidais; (b) tipo A que é sensível a correntes alternadas senoidais e correntes contínuas pulsantes; e (c) tipo B, que é sensível a correntes alternadas senoidais, correntes contínuas pulsantes e correntes contínuas puras. (COTRIM, 2009)

Estudos mostram que a maior parte dos acidentes de origem elétrica é devida a contatos diretos, resultantes da falta de manutenção, de negligência ou de imprudência dos usuários. As medidas de proteção contra contatos diretos prescritas pela NBR 5410 são passivas, relacionadas principalmente com disposições de ordem construtiva. No entanto, mesmo bem executadas, essas medidas têm sua eficácia comprometida com o passar do tempo, pelo uso dos componentes, pelo envelhecimento dos materiais, etc. (COTRIM, 2009)

Nesse cenário, fica clara a necessidade de proteção adicional contra contatos diretos, que o DR de alta sensibilidade, pode proporcionar, como é recomendado na NBR 5410.

A figura 2.5 mostra a atuação de um dispositivo DR com  $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$  na proteção contra contatos diretos, superpondo sua característica de atuação às zonas de tempo-corrente.

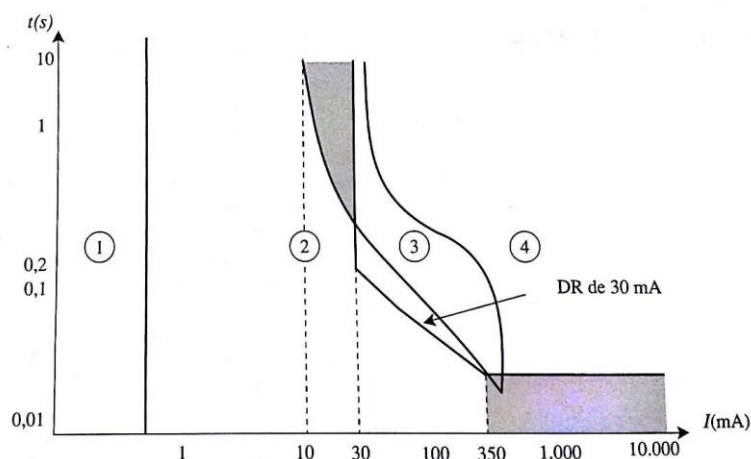


Figura 2.5 - Atuação de um dispositivo DR de 30mA na proteção contra contatos diretos.  
Fonte: (COTRIM, 2009)

Constata-se que o dispositivo oferece proteção entre 30 e 350 mA, considerando os tempos máximos de atuação, porém para correntes inferiores a 30mA, ele pode não atuar e para correntes superiores a 350 mA ele pode não atuar no tempo considerado suficiente. No primeiro caso, com correntes entre 10 e 30 mA, a abertura ocorre na zona 3, onde os efeitos

são reversíveis e para constantes dentro da zona 2, onde os efeitos não causam danos. No segundo caso, com correntes maiores que 350 mA na qual existe o perigo de fibrilação ventricular. (COTRIM, 2009)

Com o que foi citado acima, podemos concluir que um DR de 30 mA é uma boa proteção contra contatos diretos, apesar de que valores menores de  $I_{\Delta N}$ , como 10 e 6 mA, são recomendados para situações críticas, como locais úmidos, molhados, com presença de crianças, etc. (COTRIM, 2009)

A proteção adicional contra contatos diretos oferecida pelos DRs de alta sensibilidade, com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA é obrigatória, segundo a NBR 5410:2004 em casos onde os circuitos servem de pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro, em áreas externas a edificação, em tomadas situadas internamente mas que podem alimentar equipamentos na área externa, em locais de habitação que servem 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 em edificações não residenciais que servem a pontos de tomadas situadas em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagem. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

#### 2.3.4 Quadro de distribuição (QD)

Nas instalações elétricas, o quadro de distribuição é onde se instalam os dispositivos de proteção, manobra e comando, ou seja, o local onde se concentra a distribuição de toda a instalação elétrica. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Os condutores do ponto de entrada que vêm do medidor ou centro de medição são recebidos pelo quadro de distribuição, deste também partem os circuitos terminais, que alimentam as cargas que alimentam a instalação. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

Os quadros elétricos devem ser instalados e ligados segundo as instruções fornecidas pelo fabricante, desde que respeite as prescrições de acessibilidade, identificação e independência dos componentes, componentes fixados na porta e espaço reserva. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Todos os componentes instalados no quadro de distribuição devem facilitar sua operação, inspeção, manutenção e acesso às suas conexões. O acesso não deve ser reduzido pela montagem dos componentes. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Placas, etiquetas e outros meios adequados de identificação devem permitir identificar a função dos dispositivos de comando, manobras e/ou proteção, de forma clara, e de tal forma que a correspondência entre componentes e respectivos circuitos possa ser facilmente reconhecida, evitando qualquer tipo de confusão. Se a atuação de um dispositivo de comando, manobra e/ou proteção não puder ser observada pelo operador e disso puder resultar perigo, deve ser provida alguma sinalização à vista do operador. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Os componentes devem ser definidos e dispostos de tal forma a impedir qualquer influência prejudicial entre as instalações elétricas e não elétricas, bem como entre as instalações elétricas e de sinal da edificação. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Quando houver componentes instalados nas portas ou tampas do QD, como condutores e instrumentos, devem ser dispostos de tal forma que os movimentos das portas ou tampas não possam causar danos aos condutores. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Deve ser previsto nos quadros de distribuição um espaço reserva para instalações futuras, conforma a Tabela 2.18, onde a capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Tabela 2.18 - Quadro de distribuição - espaço 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	0,15N

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

Um quadro elétrico é provido de dispositivos de proteção, como disjuntores termomagnéticos (DTM) e disjuntores diferencial-residual (DDR), barramentos de interligação das fases, de neutro e de proteção (terra). A estrutura é formada de caixa metálica ou de PVC, chapa de montagem dos componentes, isoladores, tampa (espelho) e porta com dobradiça. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

O QD deve ser instalado em locais de fácil acesso de forma a possibilitar a maior funcionalidade da instalação, e ser provido de identificação do lado externo, legível e não facilmente removível. Deve possibilitar uma simétrica entre as cargas das instalações, ou seja, em proximidade geométrica das cargas e estarem próximos aos centros de carga da instalação.

A instalação dos quadros deve ser feita em locais seguros, sem acesso de terceiros de forma a evitar que eles não sejam submetidos a choques mecânicos. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

O quadro elétrico não deve ser instalado em locais onde existe a possibilidade de ficar trancado com chave, ou que de alguma forma não seja possível o acesso. O QD deve ser localizado em local seguro e visível. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

A quantidade de quadros parciais a ser instalada em uma residência depende do número de centros de cargas, como por exemplo, sobrados, triplex, entre outros, do aspecto econômico e da versatilidade utilizada. (CAVALIN e CERVELIN, 2011)

#### **2.4 Inspeções e manutenções segundo NBR 5410:2004**

Toda a instalação elétrica, seja nova, ampliação ou reforma deve ser inspecionada e ensaiada durante a execução e/ou quando finalizada antes de ser liberada para uso pelo usuário, de forma que as prescrições da NBR 5410:2004 sejam atendidas. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A documentação da instalação deve ser fornecida ao pessoal encarregado da verificação. Essa documentação deve refletir a instalação da forma que está construída. Quando realizadas as inspeções, os ensaios feitos devem ser com precauções de forma que garantam a segurança das pessoas e evitem danos à propriedade e aos equipamentos instalados tanto para novas instalações quanto para ampliação ou reforma. Essas verificações devem ser efetuadas por profissionais qualificados, com experiência e competência em inspeções. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A inspeção elétrica é subdividida em duas, inspeção visual e ensaios elétricos. A inspeção visual deve preceder os ensaios e ser feita normalmente com a instalação elétrica desenergizada. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A inspeção visual é destinada a verificar se os componentes que compõem a instalação estão em conformidade com as normas aplicáveis, se foram corretamente selecionados e instalados segundo a NBR 5410:2004, e se não exibem danos aparentes que possam vir a comprometer o funcionamento adequado e segurança da instalação. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Ao realizar a inspeção visual, devem ser verificadas as medidas de proteção contra choques elétricos e efeitos térmicos, seleção e instalação das linhas elétricas, seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção, presença e localização de dispositivos de

seccionamento e comando, adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes, identificação dos componentes, presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas, execução das conexões e acessibilidade. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Os ensaios a serem realizados são a medição de continuidade dos condutores de proteção e das equipotencializações principal e suplementares, resistência de isolamento da instalação elétrica e das partes da instalação objeto de SELV (do inglês “*separated extra-low voltage*”), PELV (do inglês “*protected extra-low voltage*”) ou separação elétrica, seccionamento automático da alimentação, ensaio de tensão aplicada e ensaios de funcionamento. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Ensaio de continuidade dos condutores de proteção, incluindo as equipotencializações principal e suplementares é um ensaio de continuidade que deve ser realizado. É recomendável que seja efetuado com fonte de tensão apresentando tensão em vazio entre 4V e 24V, em corrente contínua ou alternada, e com uma corrente de ensaio de no mínimo 0,2A. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A resistência de isolamento da instalação deve ser medida entre os condutores vivos, e entre cada condutor vivo e a terra. Esta é considerada satisfatória se o valor medido no circuito sob ensaio, com os equipamentos de utilização desconectados, for igual ou superior aos valores mínimos especificados na Tabela 2.19. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Tabela 2.19 - Valores mínimos de resistência de isolamento.

Tensão nominal do circuito (V)	Tensão de ensaio (U em corrente contínua)	Resistência de isolamento (MΩ)
SELV e extra baixa tensão funcional, quando o circuito for alimentado por um transformador de segurança	250	≥0,25
Até 500V, inclusive com exceção do caso acima	500	≥0,5
Acima de 500V	1000	≥1,0

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) – Adaptado

As medições são realizadas com corrente contínua. O equipamento de ensaio deve ser capaz de fornecer a tensão de ensaio especificada na Tabela 2.18 com uma corrente de 1mA. Quando o circuito incluir dispositivos eletrônicos, o ensaio deve se limitar apenas à medição entre a terra de um lado e a todos os demais condutores interligados do outro. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A isolação básica e a separação de proteção incluído no uso de SELV ou PELV e no uso da separação elétrica individual, devem ser verificadas por medição da resistência de isolamento e os valores obtidos devem ser iguais ou superiores aos estabelecidos na Tabela 2.18. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Assumindo que a continuidade dos condutores de proteção já tenha sido verificada, é possível fazer a verificação das condições de proteção por equipotencialização e seccionamento automático da alimentação. A verificação é feita diferentemente para os três esquemas existentes, TN, TT e IT, porém, não entraremos em detalhes neste trabalho. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A medição da resistência de aterramento, quando estabelecida, deve ser realizada com corrente alternada e seguindo métodos descritos na NBR 5410:2004, anexo J. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

A medição da impedância do percurso da corrente de falta deve ser realizada à frequência nominal do circuito e deve estar em conformidade, para esquemas TN e IT, com a NBR 5410:2004. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Quando os resultados das verificações de esquemas TN, TT ou IT, dependendo do esquema de aterramento, forem adequados ou duvidosos e for provida uma equipotencialização suplementar como medida compensatória, a efetividade dessa equipotencialização deve ser confirmada como descrita na NBR 5410:2004. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

O ensaio de tensão aplicada deve ser realizado em montagens ou conjuntos executados ou modificados no local da instalação. Deve ser realizado em casos previsto pela NBR 5410:2004, onde o valor de tensão de ensaio sugerido nas normas aplicáveis ao conjunto ou montagem, fosse um produto de fábrica. Na ausência de Norma Brasileira e IEC, as tensões de ensaio devem ser indicadas na Tabela 2.20 para o circuito principal e para os circuitos de comando e auxiliares e quando não descrito, na NBR 5410, a tensão de ensaio deve ser aplicada durante 1 minuto. Durante o ensaio não devem ocorrer arcos nem disrupções. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)



Tabela 2.20 - Ensaio de tensão aplicada – Valores da tensão de ensaio (V).

Tensão entre fase e neutro em esquemas TN e TT e tensão entre fases em esquemas IT (U eficaz)	Isolação básica	Isolação suplementar	Isolação reforçada
50	500	500	750
153	1000	1000	1750
230	1500	1500	2750
400	2000	2000	3750
690	2750	2750	4500
1000	3500	3500	5500

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) - Adaptado

Em montagem de quadros elétricos, controles, acionamentos, intertravamentos, comandos, etc. deve ser realizado um ensaio de funcionamento para verificar se está montado, ajustado e instalado corretamente de acordo com a NBR 5410:2004. Se necessário, os dispositivos de proteção devem ser submetidos a ensaios de funcionamento, para verificar se estão corretamente instalados e ajustados. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Em casos de não-conformidade, em qualquer um dos ensaios descritos acima, este deve ser repetido, após a correção do problema assim como todos os ensaios procedentes que possam ter sido influenciados. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Manutenções elétricas visam manter o bom funcionamento das instalações elétricas. A periodicidade da manutenção deve ser adequada a cada tipo de instalação. A periodicidade deve ser tanto menor quanto maior a complexidade da instalação, sua importância para as atividades desenvolvidas no local e a seriedade das influências externas a que está sujeita. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Verificações e intervenções nas instalações elétricas devem ser efetuadas somente por pessoas advertidas (BA4) ou qualificadas (BA5), de acordo com a Tabela 2.21. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Tabela 2.21 - Competência das pessoas.

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
BA1	Comuns	Pessoas desavisadas	-
BA2	Crianças	Crianças em locais a elas destinados	Creches, escolas
BA3	Incapacitados	Pessoas que não dispõem de completa capacidade física ou intelectual (idosos, doentes)	Casas de repouso, unidades de saúde

BA4	Advertidas	Pessoas suficientemente informadas ou supervisionadas por pessoas qualificadas, de tal forma que lhes permite evitar os perigos da eletricidade (pessoal de manutenção e/ou operação)	Locais de serviço elétrico
BA5	Qualificadas	Pessoas com conhecimento técnico ou experiência tal que lhes permite evitar os perigos da eletricidade (engenheiros e técnicos)	Locais de serviço elétrico fechados

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) - Adaptado

Sempre que possível, devem ser feitas verificações de rotina nas instalações, que devem estar desenergizadas. Em uma manutenção preventiva, é feita a avaliação dos condutores, quadros de distribuição e painéis, equipamentos móveis e os ensaios descritos acima. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

É inspecionado o estado de isolamento dos condutores e de seus elementos de conexão, fixação e suporte, com o objetivo de detectar sinais de aquecimento excessivo, rachaduras e ressecamentos, é verificado também, se a fixação, identificação e limpeza encontram-se em boas condições. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

É verificada a estrutura dos quadros e painéis elétricos, com o propósito de analisar o seu estado geral quanto à fixação, integridade mecânica, corrosão, pintura, dobradiças e fechaduras. É verificado também, o estado geral dos condutores e cordoalhas de aterramento. Em componentes sem partes móveis, como condutores, barramentos, terminais, conectores, etc., deve ser inspecionado o estado geral, e também a existência de sinais de ressecamento, aquecimento e identificação e limpeza. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

As linhas flexíveis que alimentam equipamentos móveis devem ser verificadas de acordo com o que foi descrito para os condutores. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Ao final das verificações, deve ser realizado um ensaio geral de funcionamento, mostrando as situações que podem resultar em perigo. Também deve ser conferido se os níveis de tensão de operação estão apropriados. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

Quando existe uma falha ou anormalidade descoberta no funcionamento da instalação ou em um de seus componentes, deve ser comunicada a uma pessoa advertida (BA4) ou qualificada (BA5), para que seja providenciada a correção do problema. (ABNT NBR 5410:2004, 2004)

## 2.5 Termografia

A termografia permite a medição à distância e sem contato das temperaturas superficiais dos objetos observados, assim como a visualização da distribuição dessas temperaturas, isto é, a forma em que elas se manifestam nesse objeto. Todo os corpos emitem calor acima do zero absoluto (-273,15°C), que é continuamente absorvido e reemitido pelo próprio corpo e pelo que está ao redor. Termografia é a forma usada para caracterizar o processo de tornar as radiações térmicas visíveis e vulneráveis de interpretação, onde utiliza a banda espectral dos infravermelhos. Melhor dizendo, a termografia é a técnica que expande a visão humana através do espectro infravermelho. (CARAMALHO, 2012)

Max Planck (1858 – 1947) descreveu a distribuição espectral da radiação emitida por um corpo negro através da formula expressa na equação 2.20. (CARAMALHO, 2012)

$$W\lambda b = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left( \frac{hc}{c\lambda kT} - 1 \right)} 10^{-6} (Wm^{-2}\mu m^{-1})$$

*Equação 2.20 - Lei de Planck  
Fonte: (CARAMALHO, 2012)*

Onde,  $W\lambda b$  = emitância radiante espectral do corpo negro a comprimento de onda  $\lambda$ ,  $c$  = velocidade da luz =  $3 \times 10^8 m/s$ ,  $h$  = constante de Planck =  $6.625 \times 10^{-34} ws^2$ ,  $k$  = constante de Boltzmann =  $1,4 \times 10^{-23} ws/k$ ,  $T$  = temperatura absoluta (K) de um corpo negro e  $\lambda$  = comprimento de onda de radiação ( $\mu m$ ). (CARAMALHO, 2012)

O fator  $10^{-6}$  é utilizado, uma vez que a emitância espectral nas curvas é expressa em Watt/m<sup>2</sup>m. Caso o fator seja excluído, a dimensão será Watt/m<sup>2</sup> $\mu m$ .

A formula de Planck, quando representada graficamente para diferentes temperaturas, produz um conjunto de curvas. Seguindo qualquer curva Planck específica, a emitância espectral é de zero a  $\lambda=0$ , depois aumenta rapidamente para uma máxima a um comprimento de onda  $\lambda_{m\acute{a}x}$  e depois de ultrapassar, aproxima-se novamente do zero a comprimentos de onda muitos longos, conforme figura 2.6. Quanto mais elevada a temperatura, mais curto o comprimento de onda ao qual a máxima é registrada. (CARAMALHO, 2012)

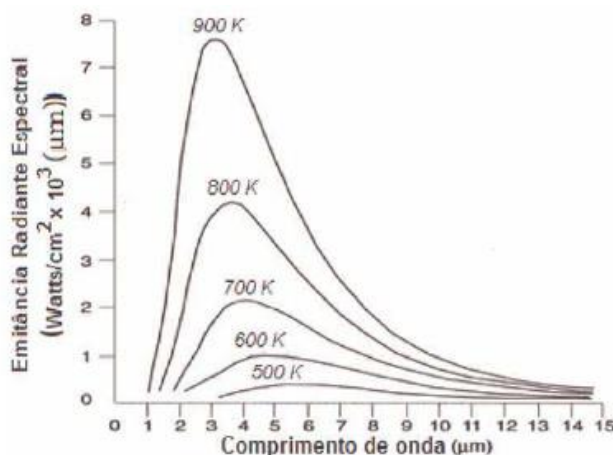


Figura 2.6 -Emitância radiante espectral do corpo negro segundo a Lei de Planck, representada graficamente para várias temperaturas absolutas.  
Fonte: (CARAMALHO, 2012)

A câmera termográfica, também chamada de termovisor, mede e reproduz em imagens a radiação de infravermelhos emitida por um objeto. A radiação resulta da temperatura da superfície do objeto, isso possibilita que a câmera calcule e mostre a temperatura. (CARAMALHO, 2012)

A radiação infravermelha proveniente de um objeto é focada por um conjunto de lentes sobre um detector de infravermelhos. O detector envia a informação à eletrônica do sensor para formar a imagem. A eletrônica converte os dados provenientes do detector em uma imagem que é vista no visor. (CARAMALHO, 2012)

Câmeras termográficas operam com base nos princípios de termografia infravermelha. Os termovisores são utilizados como ferramentas para resolução de problemas de manutenção e inspeção de sistemas elétricos. (FLUKE e THE SNELL GROUP, 2009)

Foram utilizadas duas câmeras termográficas para execução das avaliações descritas neste trabalho, a primeira, que vamos chamar de câmera 1, é um modelo Testo 875-1i, e a segunda, câmera 2, é o modelo Flir i3. Ambas funcionam com botões que se encontram dispostos de forma a permitir controlar as principais funções apenas com as pontas dos dedos. Possui um menu incorporado que proporciona o fácil acesso a um *software* avançado na câmera, de fácil utilização, para mais funcionalidades e configurações. (CARAMALHO, 2012)

Para análise dos dados acerca do objeto analisado, as imagens capturadas são armazenadas em um cartão de memória. Essas imagens podem ser analisadas no campo, utilizando as funções de medição em tempo real incorporadas na câmera, ou em um computador, utilizando um *software* para avaliação das imagens. (CARAMALHO, 2012)

A câmera 1, possui lente de infravermelho e de câmera fotográfica digital, tornando assim, paralela à imagem real e térmica e é apresentada na imagem 2.7. (Testo 875i - Thermal Imager)

A câmera 2 possui somente lente de infravermelho e é mostrada na imagem 2.8. (Termovisores FLIR Série i)



Figura 2.7 - Câmera termográfica 1 - Testo 875-1i.  
 Fonte: (Testo 875i - Thermal Imager)



Figura 2.8 - Câmera termográfica 2 - Flir i3.  
 Fonte: (Termovisores FLIR Série i)

Existem dois tipos de sistemas para formação de imagem em termovisores, sistema de varrimento e sistema FPA (*Focal Plane Array*). A Tabela 2.22 apresenta a diferença dos dois tipos de sistema. (CARAMALHO, 2012)

Tanto a câmera termográfica 1 quanto a 2 o sistema de detecção é do tipo FPA.

Tabela 2.22 - Formação de imagem.

Sistema FPA (Focal Plane Array)	Sistema de Varrimento
Possui um grande número de sensores que captam todos os pontos da imagem	A imagem é formada ponto a ponto, através de um conjunto de espelhos giratórios
Tempo de integração 15ms	Tempo de integração de 5 $\mu$ s
Os sistemas eletrônicos substituem os sistemas mecânicos	O varrimento óptico implica uma grande complexidade mecânica
Composição típica dos sensores: Ptsi	Sensores do tipo MCT (mercúrio/ cádmio/ telúrio)

Fonte: (CARAMALHO, 2012) – Adaptado

A utilização da termografia é vasta, partindo da medicina, passando pelas aplicações militares e metrológicas, até a manutenção preventiva em todas as áreas de atividade industrial. Em instalações elétricas, a termografia é usada para examinar caixas de ligações e cabos condutores, transformadores de intensidade, de tensão e de isolamento, disjuntores e

seccionadores, barramentos, incluindo os de neutro e de terras, isoladores, entre outros. (CARAMALHO, 2012)

Como dito neste trabalho, a termografia permite definir, à distância e sem contato, as temperaturas superficiais dos objetos observados. Com o conhecimento dessas temperaturas, é possível fazer o diagnóstico adiantado de danos ou otimização da exploração das instalações. Através da identificação de pontos quentes ou do mapeamento das temperaturas dos equipamentos, é possível impedir grandes estragos. Ao realizar inspeções de termografia regularmente, é possível detectar, ainda na fase de incubação, anomalias que podem originar curtos-circuitos, como por exemplo maus contatos, que são responsáveis por incêndios e destruição de aparelhos. Podem também identificar causas de desperdícios de energia, por exemplo, deficiências em isolamentos térmicos, de que resultam sempre consumos exagerados e inúteis de combustíveis. É uma grande vantagem a utilização da termografia na manutenção preventiva, sendo um investimento altamente compensador, pelas economias que proporciona, os danos que consegue prevenir ou ainda pelas interrupções de produção que consegue evitar. (CARAMALHO, 2012)

Existem alguns fatores que afetam a medição da temperatura com o termovisor, como a emissividade da superfície, a temperatura ambiente e absorção atmosférica. A emissividade da superfície é a capacidade do corpo para radiar energia infravermelha, a temperatura ambiente é a porção de radiação exterior que é refletida na superfície e a absorção atmosférica, é a redução da radiação que chega à lente ao atravessar a atmosfera. (CARAMALHO, 2012)

Para uma precisão da temperatura medida, é necessário compensar os efeitos de um determinado número de diferentes fontes de radiação. O principal parâmetro do objeto a ser definido é a emissividade. (CARAMALHO, 2012)

A emissividade tem um valor compreendido entre 0 e 1, e pode ser definida como a relação entre a radiação emitida por um objeto e a que emitiria o corpo negro à mesma temperatura e comprimento de onda, isto é, quanto maior a emissividade, melhor a medição com o termovisor. Cada material possui a sua emissividade, metais apresentam uma baixa emissividade que tendem a aumentar com a temperatura do metal, já os não metais apresentam uma elevada emissividade que tendem a diminuir com o aumento da temperatura. A Tabela 2.23 mostra a emissividade de alguns materiais. (CARAMALHO, 2012)

Tabela 2.23 - Emissividade dos materiais.

Material	Emissividade
Alumínio anodizado (preto, opaco)	0,95
Borracha	0,95
Cobre polido	0,10
Cobre oxidado	0,60 – 0,70
Pele humana	0,98
PE, PP, PVC	0,94

Fonte: (CARAMALHO, 2012) - Adaptado

Superfície, temperatura, material, comprimento de onda, geométrica e ângulo de observação são fatores que influenciam a emissividade. Uma câmera termográfica absorve qualquer radiação através da lente, não apenas a radiação emitida pelo objeto visualizado, mas também a radiação proveniente de outras fontes e que tenha sido refletida pelo alvo. (CARAMALHO, 2012)

## 2.6 Megôhmetro

O megôhmetro é um aparelho utilizado para medir a resistência de isolamento de uma instalação, a fim de verificar sua integridade. (BRAGA)

Uma importante razão para realizar o teste de isolamento é para garantir a segurança pública e pessoal. Ao executar um teste de alta tensão DC entre condutores de correntes não energizados, na terra e condutores-terra, é possível eliminar a possibilidade de curtos circuitos ou curtos para terra. (VÓRTEX)

Outro motivo importante é proteger e prolongar a vida de sistemas elétricos. Com o passar dos anos, sistemas elétricos são expostos a fatores ambientais como temperatura, graxa, sujeira, estresse e vibração. Essas condições podem levar a falhas de isolamento, ocasionando incêndios ou perda de produção. Manutenções periódicas fornecem informações sobre o estado de deterioração e ajuda a prever as possíveis falhas dos sistemas. (VÓRTEX)

O megôhmetro utilizado neste trabalho é o modelo MRT-600 – Terro – Mego – Volt-Fase Digital portátil, como o apresentado na imagem 2.9.



*Figura 2.9 - Megôhmetro - MRT-600.  
Fonte: (Terro-Mego-Volt-Fase MRT-600)*

O princípio de funcionamento baseia-se em geração e aplicação de uma tensão que pode variar de 250V a 1000V no megôhmetro utilizado. Com o megôhmetro é possível detectar uma fuga entre dois pontos de isolamento. O teste com o megôhmetro é feito conectando as pontas de prova no objeto. (INSTRUTHERM)



## CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO

Este capítulo apresenta os resultados das inspeções realizadas nos condomínios e a classificação dos riscos, que são divididos em alto, médio e baixo. Essas inspeções são os resultados deste trabalho, utilizando os conceitos apresentados no capítulo anterior.

### 3.1 Edificações

As inspeções foram feitas em dois condomínios de uso residencial, que estão situados na Asa Norte, Plano Piloto. O primeiro localizado na SQN 211, bloco K. Esse prédio foi construído em 1989, logo, tem 27 anos. Possui 96 apartamentos divididos em 3 prumadas (A, B e C) onde a prumada A possui 24 apartamentos, a B 48 e a C 24.

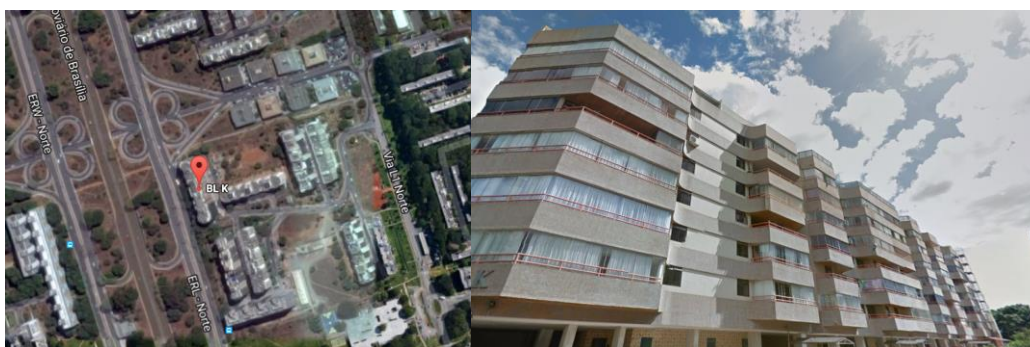


Figura 3.1 - Edifício localizado na SQN 211 Bloco K.  
Fonte: (Google Maps)

O segundo condomínio está localizado na SQN 304, bloco H. Foi construído em 1976, portanto tem 40 anos. Este condomínio possui 48 apartamentos que são divididos em duas prumadas (A e B) onde cada uma possui 24 apartamentos.

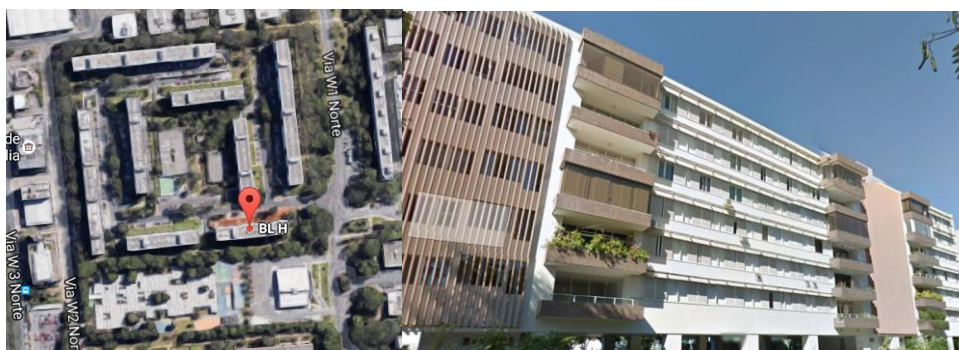


Figura 3.2 - Edifício localizado na SQN 304 Bloco H.  
Fonte: (Google Maps)

### 3.2 Inspeções realizadas

As inspeções foram realizadas no mês de setembro de 2016. Em todas as unidades foram feitas inspeções visuais e ensaios elétricos com termovisor, megôhmetro e multímetro. Para

realização dos ensaios do condomínio da SQN 211 é utilizado a câmera termográfica 2 e para os ensaios no condomínio da SQN 304 a câmera termográfica 1. Houve uma diferença no uso das câmeras termográficas de um condomínio para o outro pois as inspeções realizadas no condomínio 304 foram em conjunto com o professor orientador Luciano Henrique Duque, e utilizado a câmera termográfica da empresa dele, e as inspeções realizadas no condomínio 211 foi utilizado a câmera termografia disponível no Uniceub.

As inspeções são divididas em inspeções visuais e ensaios elétricos, conforme a NBR 5410:2004. A Tabela 3.1 apresenta um modelo do questionário, elaborado pela autora com base na NBR 5410:2004. Esse questionário foi realizado em cada uma das residências para a identificação das patologias.

Foram realizadas vistoria em 18 apartamentos.

*Tabela 3.1 - Questionário.*

Teste	Perguntas	Respostas
INSPEÇÕES VISUAIS		
Quadro elétrico	Onde está localizado o quadro elétrico?	
	O quadro elétrico está obstruído?	
Condutores	Os condutores elétricos são rígidos ou flexíveis?	
	Qual a seção e cor dos condutores de entrada?	
	Qual a seção e cor dos condutores de terra?	
	Qual a seção e cor dos condutores de neutro?	
	Os condutores estão danificados?	
	Os condutores estão conectados com terminais?	
Disjuntores	A residência possui disjuntor geral?	
	Qual o valor, em A, de cada um?	
	Os disjuntores possuem barramentos?	
	A residência possui DR?	
DR	Quantos?	

	Quais os valores?	
	Para que são ligados?	
Barramentos	A residência possui barramento de terra?	
	A residência possui barramento de neutro?	
	Os barramentos estão oxidados?	
Chuveiros	Quantos chuveiros a residência possui?	
	A ligação é direta?	
	Possui aterramento?	
	Possui circuito dedicado para os chuveiros no quadro elétrico?	
	O chuveiro possui DR?	
Ar condicionado	Quantos aparelhos de ar condicionado a residência possui?	
	Qual a potência de cada um (em BTU)?	
	Possui um circuito dedicado para os aparelhos de ar condicionado no quadro elétrico?	
Outros	Qual o padrão das tomadas?	
	A residência possui emendas?	
	A residência possui algum ponto com sobrecarga através de extensão?	
	Fornecimento é monofásico, bifásico ou trifásico?	
<b>ENSAIOS ELÉTRICOS</b>		
Multímetro	Qual a tensão entre fase e neutro?	
Termovisor	Qual a temperatura encontrada no quadro elétrico?	
Megôhmetro	Qual a resistência de isolamento entre fase e neutro?	

Fonte: (ABNT NBR 5410:2004, 2004) - Adaptado

### 3.3 Critérios

Neste trabalho a autora se propõe a realizar vistorias em residências a fim de identificar, avaliar e catalogar as patologias nas instalações elétricas residências.

Não existe um critério para a escolha dos apartamentos, as inspeções foram realizadas nas residências que autorizaram as visitas.

Foram escolhidos condomínios localizados na Asa Norte devido a facilidade de locomoção para a autora, e em específico, os condomínios 211 e 304 pois a autora morou em um apartamento do prédio localizado na SQN 211 e porque foi realizado um trabalho juntamente com o seu professor orientador Luciano Henrique Duque na SQN 304.

As patologias são classificadas de acordo com o tipo, como curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança e quanto ao impacto, como é mostrado na Tabela 3.2.

*Tabela 3.2 - Escala de impacto.*

Classificação de risco	Escala de impacto
Baixo	O impacto é controlável e não há efeitos subsequentes, e o risco de curto circuito, choque elétrico, sobrecarga e segurança é mínimo.
Médio	O impacto não pode ser totalmente compensado
Alto	O impacto tem efeitos significativos, risco de incêndio e morte

*Fonte: Elaborado pela autora*

O esquemático apresentado na figura 3.3 é uma forma simplificada de como foram realizadas as vistorias.

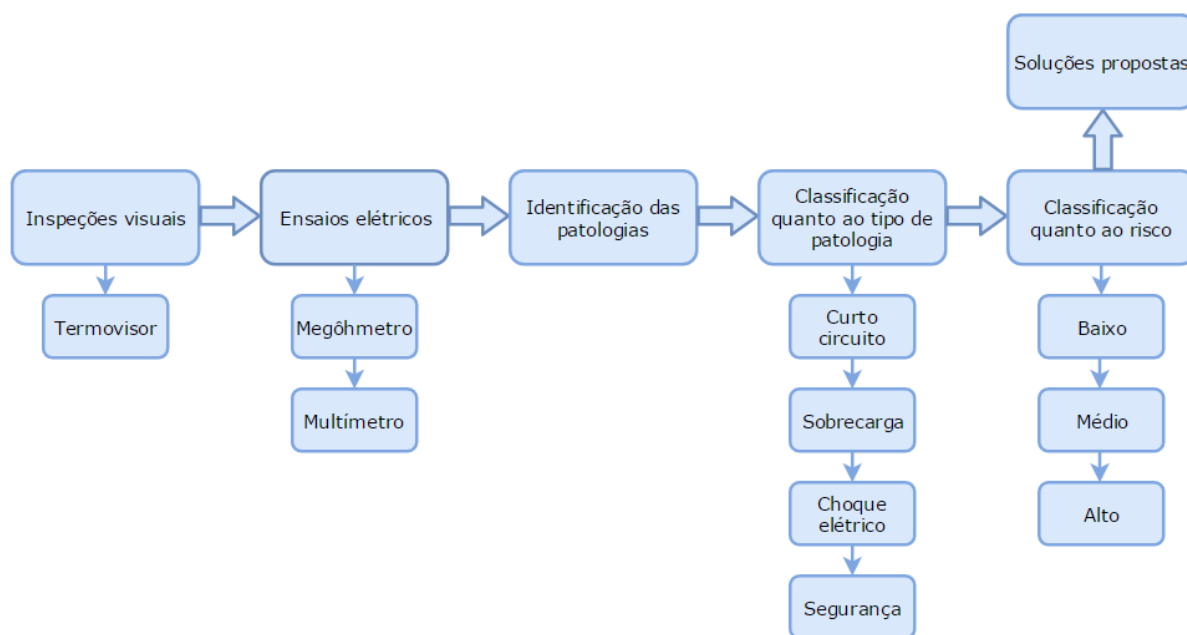


Figura 3.3 – Esquemático das vistorias  
Fonte: Elaborado pela autora

### 3.4 Condomínio SQN 211

A seguir são apresentadas as inspeções realizadas nos apartamentos do condomínio da SQN 211, onde são mostradas, para cada apartamento vistoriado, as patologias encontradas, as devidas classificações de risco e soluções propostas.

#### 3.4.1 Apartamento 202

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga e o fornecimento da energia elétrica é do tipo bifásico. Os disjuntores são padrão NEMA, os condutores são rígidos e já estão com a isolação ressecada e quebradiça. A unidade não possui disjuntor DR (Diferencial Residual) para proteção contra choques elétricos, as tomadas não possuem pino de terra, o quadro elétrico encontra-se obstruído e não possui disjuntor geral. O quadro 3.1 ilustra as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui dois chuveiros com potência de 6800W cada e dois aparelhos de ar condicionado, sendo um de 12000 e outro de 9000 BTU.

			
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Quadro elétrico semi obstruído	Condutores com isolamento ressecado e quebradiça	Uso de adaptador

Quadro 3.1 - Não conformidades - Apt. 202.

A imagem 3.4 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

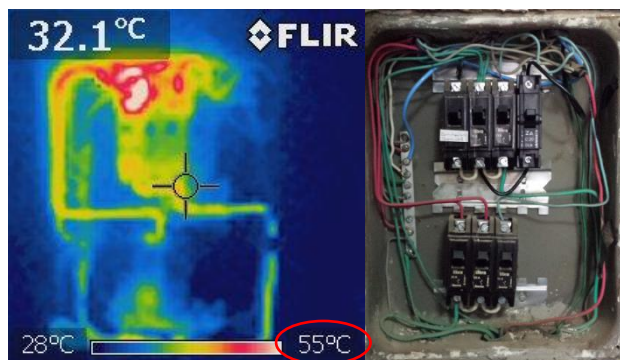


Figura 3.4 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 202.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 10 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 55°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento entre os condutores de fase e neutro é 1070MΩ para fase A e 950 MΩ para fase B, que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A tensão entre fase e neutro é 209 V na fase A e 212 V na fase B, uma vez que tensão de entrada ideal é 220 V, sendo considerado normal  $\pm 5\%$ , isto é, a tensão deve estar entre 209 e 231 V, portanto para o apartamento 202, a tensão entre fase e neutro é considerada normal nas duas fases, porém a fase A está no limite mínimo estabelecido pela ANEEL.

### 3.4.1.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.3 apresenta as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e



segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.3 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 202.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com isolamento ressecado e quebradiço	Curto circuito	Alto	Substituição de todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 55°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalação de disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituição dos disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalação de disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituição de todas as tomadas para o padrão novo
Uso de adaptador em tomada	Sobrecarga e choque elétrico	Médio	Instalar mais pontos de tomada
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Médio	Instalar o quadro elétrico em novo local ou retirar a geladeira do local em que está instalada
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

diagrama unifilar do apartamento			
----------------------------------	--	--	--

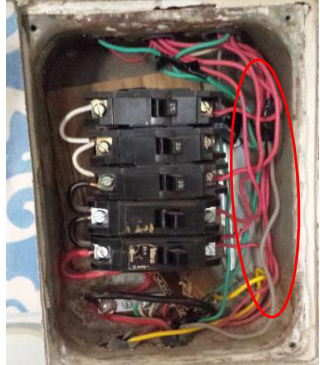


Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

### 3.4.2 Apartamento 208

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga e o fornecimento da energia elétrica é do tipo monofásico. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são rígidos e apresentam sinais de envelhecimento. A unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos, as tomadas não possuem pino de terra, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral, contudo, está bem localizado como recomendado na NBR 5410:2004. O quadro 3.2 ilustra as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui um chuveiro com potência de 5500W e não possui aparelho de ar condicionado.

			
Emendas dentro do quadro elétrico	Condutores envelhecidos	Uso em excesso de extensão	Uso em excesso de extensão

Quadro 3.2 - Não conformidades - Apt. 208.

A imagem 3.5 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.



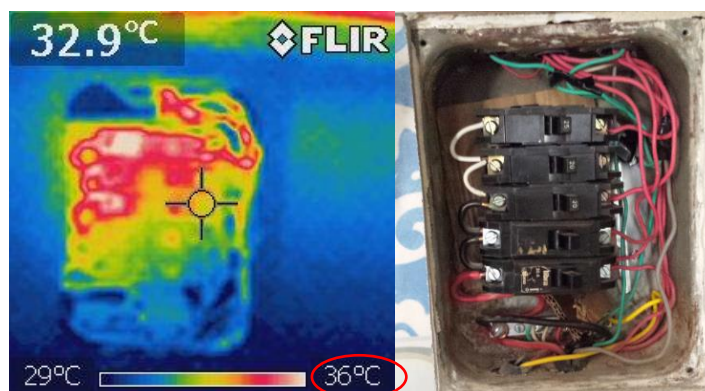


Figura 3.5 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 208.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 10 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 36°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento entre os condutores de fase e neutro é 1 (fundo de escala), que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A tensão entre fase e neutro é 210 V, uma vez que tensão de entrada ideal é 220 V, sendo considerado normal  $\pm 5\%$ , isto é, a tensão deve estar entre 209 e 231 V, portanto para o apartamento 208, a tensão entre fase e neutro é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.4.2.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.4 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.4 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 208.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores envelhecidos	Curto circuito	Alto	Substituição de todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	

Temperatura 36°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalação de disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir todas as tomadas para o padrão novo
Uso em excesso de extensão	Sobrecarga e choque elétrico	Alto	Instalar mais pontos de tomada
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

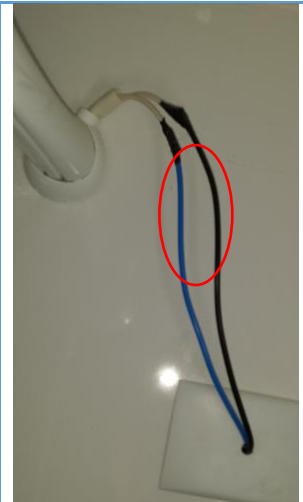



Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga alto, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

### 3.4.3 Apartamento 301

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga e o fornecimento da energia elétrica é do tipo trifásico. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são em parte flexíveis e em parte rígidos, sendo que estes estão com a isolação ressecada e quebradiça. A unidade não possui sistema de aterramento conforme estabelece a NBR 5410:2004 e também não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. As tomadas não possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral e este está localizado dentro do armário. O quadro 3.3 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui dois chuveiros com potência de 7400W cada e quatro aparelhos de ar condicionado, sendo três multi-split de 9000 BTU cada e um de 24000 BTU.

			
<p>Ausência do terra na instalação do chuveiro</p>	<p>Emendas dentro do quadro elétrico, barramento oxidado, condutores mal conectados</p>	<p>Disjuntores envelhecidos e condutores com a isolamento ressecada e quebradiça</p>	<p>Quadro elétrico dentro do armário</p>

Quadro 3.3 - Não conformidades - Apt. 301.

Foram realizados testes com o termovisor e megôhmetro. A imagem 3.6 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

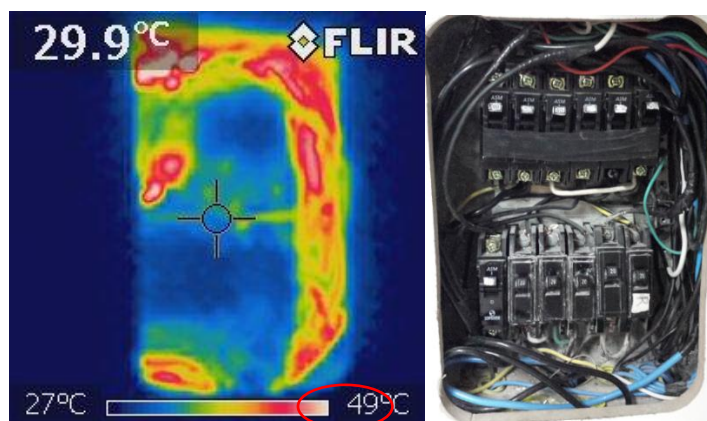


Figura 3.6 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 301.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 11 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 49°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento entre os condutores de fase e neutro é 1 (fundo de escala) para as três fases (A, B e C), que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A tensão entre fase e neutro é 211 V na fase A, 216 na fase B, e 214 na fase C, uma vez que tensão de entrada ideal é 220 V,

sendo considerado normal  $\pm 5\%$ , isto é, a tensão deve estar entre 209 e 231 V, portanto para o apartamento 301, a tensão entre as fase e neutro é considerada normal nas três fases, pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.4.3.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.5 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.5 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 301.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com a isolação ressecada e quebradiça	Curto circuito	Alto	Substituição de todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 49°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Barramentos oxidados	Perda da eficiência da condutividade	Médio	Substituir o barramento
Ausência do sistema de aterramento	Choque elétrico	Alto	Instalar o sistema de aterramento
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição

Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir todas as tomadas para o padrão novo
Ausência do terra na instalação do chuveiro	Choque elétrico	Alto	Instalar terra no chuveiro
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Alto	Instalar o quadro elétrico em outro local
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.

#### 3.4.4 Apartamento 302

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga. O fornecimento da energia elétrica é do tipo bifásico. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são rígidos e já estão com a isolação envelhecida. A unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos, as tomadas não possuem pino de terra, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral, contudo, está bem localizado como recomendado na NBR 5410:2004. O quadro 3.4 ilustra as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui dois chuveiros com potência de 7400W cada e dois aparelhos de ar condicionado, de 9000 BTU cada.



			
Condutores com sinais de aquecimento	Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Condutores envelhecidos e com cores fora do padrão	Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos e emendas dentro do quadro elétrico

Quadro 3.4 - Não conformidades - Apt. 302.

A imagem 3.7 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

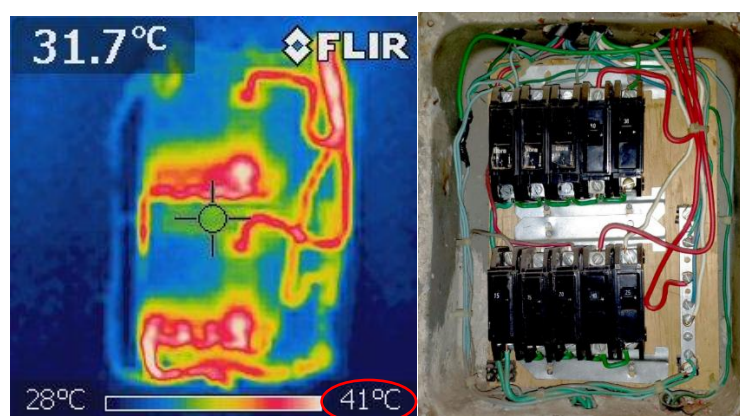


Figura 3.7 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 302.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 13 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 41°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento entre os condutores de fase e neutro é 1 (fundo de escala) para fase A e para fase B, que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A tensão entre fase e neutro encontrada é de 215 V na fase A e 217 na fase B, uma vez que tensão de entrada ideal é 220 V, sendo considerado normal  $\pm 5\%$ , isto é, a tensão deve estar entre 209 e 231 V, portanto para o apartamento 302, a tensão entre fase e neutro é considerada normal nas duas fases, pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.4.4.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.11 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.6 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 302.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores envelhecidos e com sinais de aquecimento	Curto circuito e Segurança	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 41°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir dos disjuntores
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos

Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento
--	-----------	-------	---

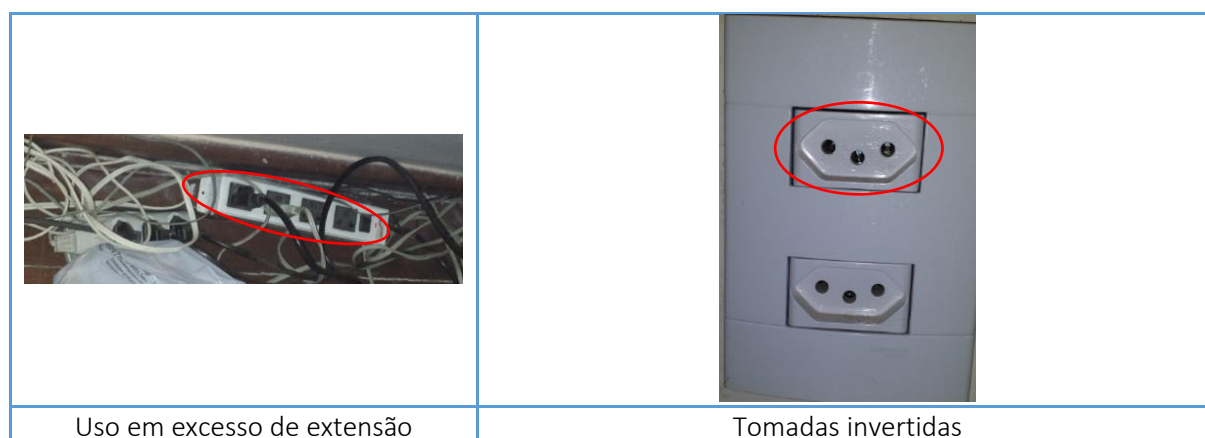
Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.

### 3.4.5 Apartamento 303

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é nova. O fornecimento da energia elétrica é do tipo trifásico. Os disjuntores são padrão IEC e os condutores são novos e flexíveis. A unidade possui sistema de aterramento adequado conforme estabelece a NBR 5410 e também possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. As tomadas possuem pino de terra, o quadro elétrico dentro da residência possui disjuntor geral, que está bem localizado com recomendado na NBR 5410:2004. O quadro 3.5 ilustra as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui dois chuveiros, um com potência de 6400W e o outro de 7400W e quatro aparelhos de ar condicionado, sendo um de 12000 BTU e os outros três de 9000 BTU.



Quadro 3.5 - Não conformidades - Apt. 303.

A imagem 3.8 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.



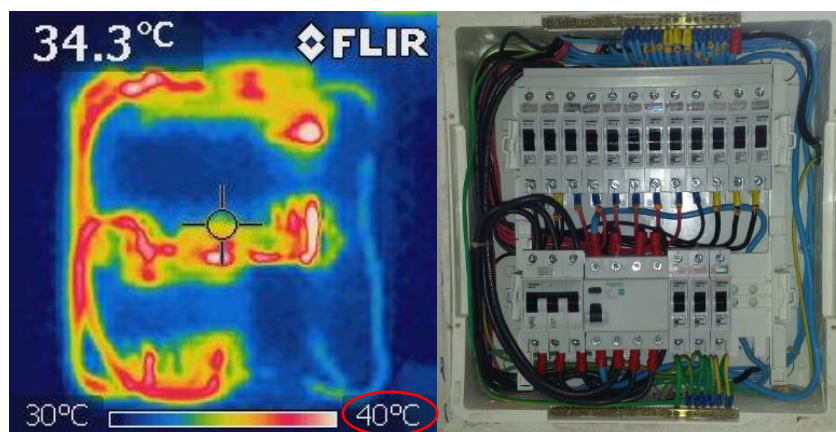


Figura 3.8 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 303.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 10 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 40°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento entre os condutores de fase e neutro é 1 (fundo de escala) para as três fases (A, B e C), que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A tensão entre fase e neutro encontrada é de 215 V na fase A, 214 na fase B e 217 na fase C, uma vez que tensão de entrada ideal é 220 V, sendo considerado normal  $\pm 5\%$ , isto é, a tensão deve estar entre 209 e 231 V, portanto para o apartamento 303, a tensão entre fase e neutro é considerada normal nas três fases, pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.4.5.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.7 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.7 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 303.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Temperatura 40°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é

			importante ficar em alerta.
Tomadas com o padrão invertido	Segurança	Baixo	Instalar as tomadas da maneira correta
Uso em excesso de extensão	Sobrecarga e choque elétrico	Alto	Instalar mais pontos de tomada
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento




Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado baixo, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico baixo e segurança baixo.

### 3.4.6 Apartamento 312

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga. O fornecimento da energia elétrica é do tipo monofásica. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são flexíveis, sendo que estes apresentam sinais de envelhecimento. A unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. As tomadas não possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral, contudo instalado em local correto. O quadro 3.6 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui dois chuveiros com potência de 5500W cada e não possui aparelho de ar condicionado.

		
Tomada instalada próximo a área molhada sendo que a residência não possui DR.	Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Condutores e disjuntores envelhecidos e com cores fora do padrão

Quadro 3.6 - Não conformidades - Apt. 312.

A imagem 3.9 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

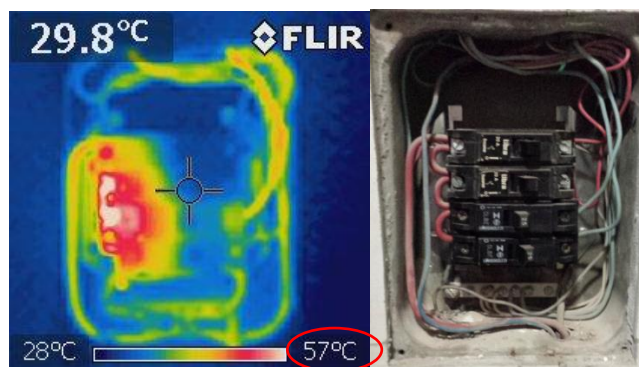


Figura 3.9 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 312.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 10 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 57°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento entre os condutores de fase e neutro é 1 (fundo de escala), que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A tensão entre fase e neutro é 215 V, uma vez que tensão de entrada ideal é 220 V, sendo considerado normal  $\pm 5\%$ , isto é, a tensão deve estar entre 209 e 231 V, portanto para o apartamento 312, a tensão entre fase e neutro é considerada normal, pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.4.6.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.8 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.8 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 312.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores envelhecidos	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	

Temperatura 57°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir todas as tomadas para o padrão novo
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento





Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

### 3.4.7 Apartamento 411

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga. O fornecimento da energia elétrica é do tipo monofásica. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são rígidos, sendo que estes estão com a isolação ressecada e quebradiça. A unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. As tomadas são do padrão novo, porém não possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral, contudo instalado em local correto. O quadro 3.7 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui dois chuveiros, sendo um com potência de 6800W e outro de 5400W, um exaustor de 150W e um aparelho de ar condicionado de 18000 BTU.

			
<p>Condutores com isolação ressecada e quebradiça, disjuntores envelhecidos e com cores fora do padrão</p>	<p>Emendas dentro do quadro elétrico</p>	<p>Condutores conectados mal</p>	<p>Tomadas com padrão novo, porém sem o pino de terra e invertidas</p>

Quadro 3.7 - Não conformidades - Apt. 411.

A imagem 3.10 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

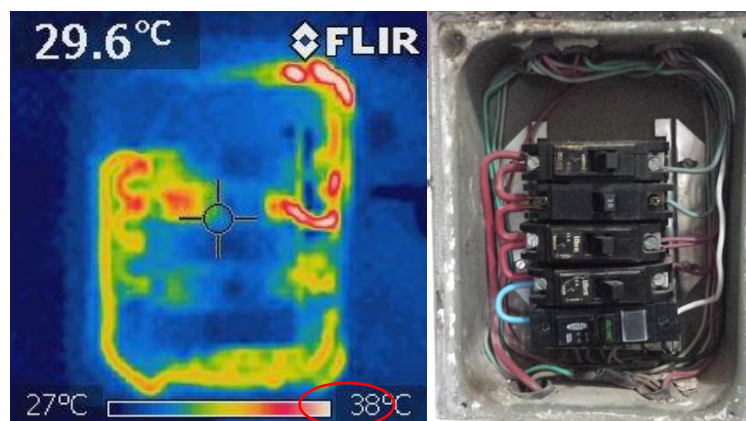


Figura 3.10 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 411.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 12 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 38°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento entre os condutores de fase e neutro é 1 (fundo de escala), que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A tensão entre fase e neutro é 215, uma vez que tensão de entrada ideal é 220 V, sendo considerado normal  $\pm 5\%$ , isto é, a tensão deve estar entre 209 e 231 V, portanto para o apartamento 411, a tensão entre fase e neutro é considerada normal, pelos limites estabelecidos pela ANEEL.



### 3.4.7.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.9 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.9 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 411.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com a isolação ressecada e quebradiça	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 38°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas com o padrão atual, porém sem o pino de terra e invertidas	Segurança	Médio	Instalar terra nas tomadas e instala-las da maneira correta
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos

Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento
--	-----------	-------	---


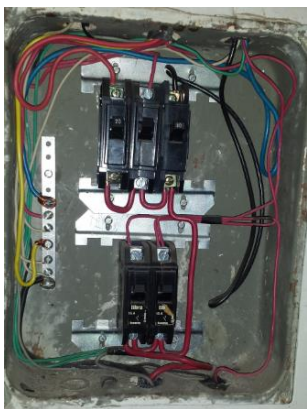


Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

### 3.4.8 Apartamento 611

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga. O fornecimento da energia elétrica é do tipo monofásica. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são rígidos, sendo que estes apresentam de envelhecimento. A unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. As tomadas são do padrão novo, porém não possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral e este está obstruído. O quadro 3.8 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui um chuveiro com potência de 7800W cada e dois aparelhos de ar condicionado, sendo um de 15000 BTU cada e outro de 10000 BTU.

			
Quadro elétrico obstruído	Condutores e disjuntores com sinais de envelhecimento	Uso de adaptador em tomada	Tomadas com padrão novo, porém sem o pino de terra

Quadro 3.8 - Não conformidades - Apt. 611.

A imagem 3.11 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

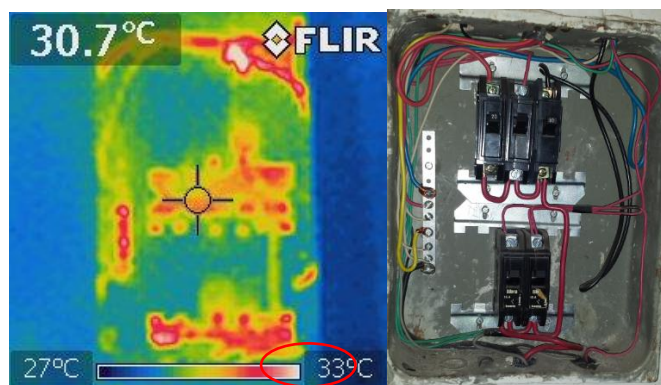


Figura 3.11 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 611.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 10 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 33°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento entre os condutores de fase e neutro é 1 (fundo de escala), que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A tensão entre fase e neutro é 218 V, uma vez que tensão de entrada ideal é 220 V, sendo considerado normal  $\pm 5\%$ , isto é, a tensão deve estar entre 209 e 231 V, portanto para o apartamento 611, a tensão entre fase e neutro é considerada normal, pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.4.8.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.10 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.10 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 611.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com a sinais de envelhecimento	Curto circuito	Alto	Substituir de todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	



Temperatura 33°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas com o padrão novo, porém sem o pino de terra	Segurança	Médio	Instalar terra nas tomadas
Uso de adaptador em tomada	Sobrecarga e choque elétrico	Médio	Instalar mais pontos de tomada
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Alto	Instalar quadro elétrico em outro local
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.




### 3.5 Condomínio SQN 304

A seguir são apresentadas as inspeções realizadas nos apartamentos do condomínio da SQN 304, onde são mostradas, para casa apartamento vistoriado, as patologias encontradas, as devidas classificações de risco e soluções propostas.

### 3.5.1 Apartamento 102

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são rígidos, sendo que estes apresentam sinais de envelhecimento. A unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. As tomadas não possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral, contudo instalado em local correto. O quadro 3.9 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui dois chuveiros com potência de 5400W cada não possui aparelho de ar condicionado.

			
Disjuntores com sinais de envelhecimento	Emendas dentro do quadro elétrico	Condutores com sinais de envelhecimento	Ausência do terra na instalação do chuveiro

Quadro 3.9 - Não conformidades - Apt. 102.

A imagem 3.12 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

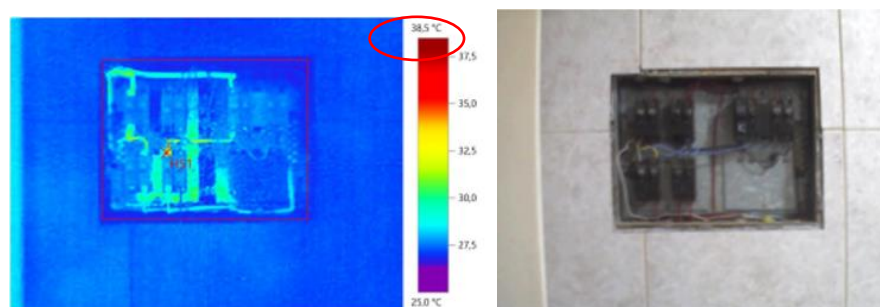


Figura 3.12 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 102.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 15 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 39°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 1 (fundo de escala), que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A

medida da queda de tensão máxima é de 2 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é  $\pm 5\%$  (ou 11V para 220 V), portanto para o apartamento 102, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.1.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.11 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.11 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 102.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com sinais de envelhecimento	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 39°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir todas as tomadas para o padrão novo

Ausência do terra na instalação do chuveiro	Choque elétrico	Alto	Instalar terra no chuveiro
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

### 3.5.2 Apartamento 107

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é nova. Os disjuntores são padrão IEC e os condutores são flexíveis, a unidade possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos e as tomadas possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência possui disjuntor geral porém este está obstruído. O quadro 3.10 apresenta a principal não conformidade encontrada nessa unidade.

A residência possui três chuveiros com potência de 6500W cada e não possui aparelho de ar condicionado.



Quadro elétrico dentro do armário

Quadro 3.10 - Não conformidades - Apt. 107.

A imagem 3.13 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

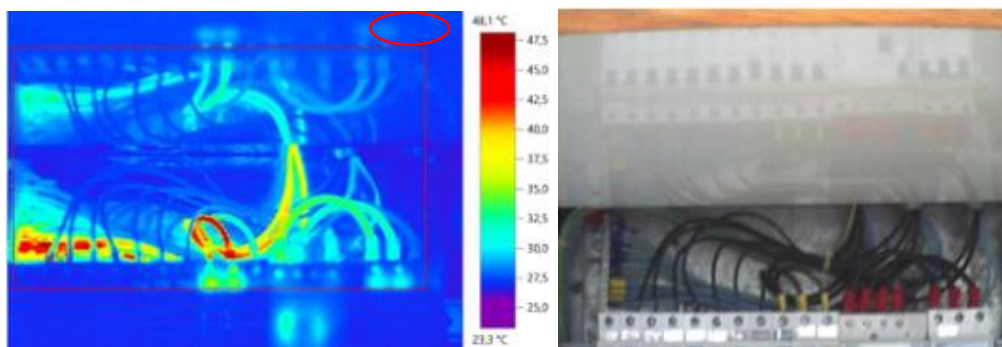


Figura 3.13 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 107.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 15 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 48°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 0,80 MΩ, que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A medida da queda de tensão máxima é de 3 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é  $\pm 5\%$  (ou 11V para 220V), portanto para o apartamento 107, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.2.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.12 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.12 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 107.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Temperatura 48°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Alto	Instalar quadro elétrico em outro local

Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento


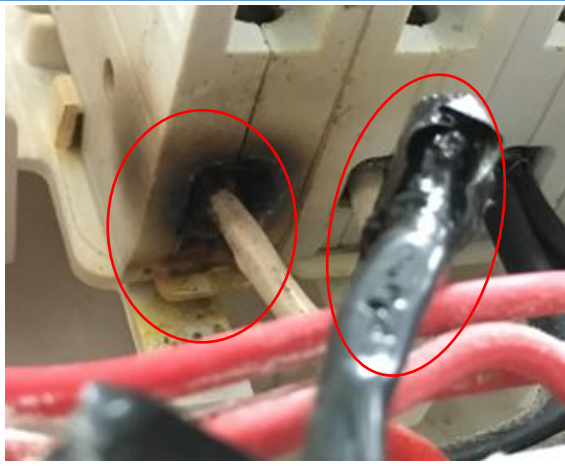
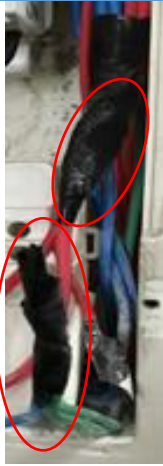
Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado nulo, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico nulo e segurança médio.

### 3.5.3 Apartamento 108

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é nova, os disjuntores são padrão IEC e os condutores são flexíveis. Porém, a unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. O quadro elétrico dentro da residência está instalado em local correto, sem obstrução, conforme a NBR 5410:2004. O quadro 3.11 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui três chuveiros com potência de 6500W cada e não possui aparelho de ar condicionado.

		
Condutor com sinal de aquecimento	Condutor e disjuntor desgastado por aquecimento	Emendas dentro do quadro elétrico

Quadro 3.11 - Não conformidades - Apt. 108.

A imagem 3.14 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.



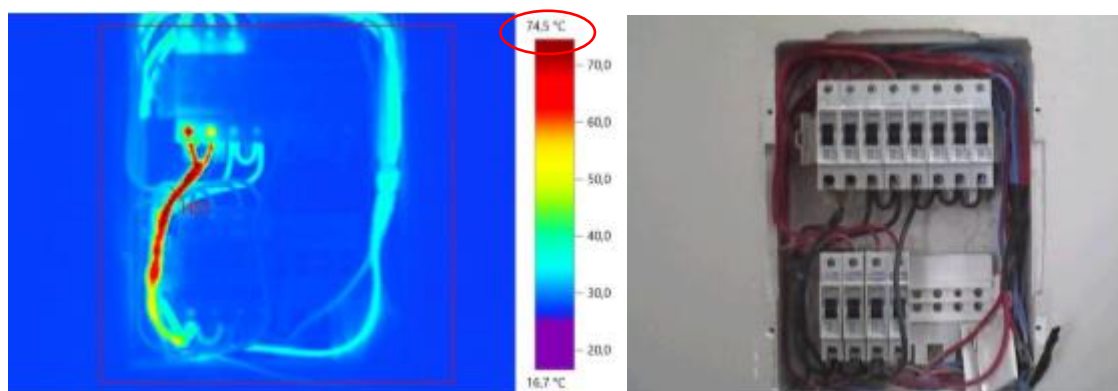


Figura 3.14 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 108.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 15 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 75°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 0,27MΩ, que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A medida da queda de tensão máxima é de 4 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é ± 5% (ou 11V para 220V), portanto para o apartamento 108, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.3.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.13 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.13 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 108.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com sinais de aquecimento	Curto circuito	Alto	Substituir os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	Substituir emendas por barramento

Temperatura 75°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Alto	Redistribuir as cargas ou redimensionar a fiação para uma mais adequada, desde que, esteja dentro das recomendações da NBR 5410:2004
Disjuntores desgastados devido aquecimento	Segurança	Alto	Substituir os disjuntores
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento




Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga alto, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.

### 3.5.4 Apartamento 203

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são rígidos, sendo que estes estão com a isolação ressecada e quebradiça. A unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos, as tomadas não possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004 e o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral, contudo está instalado em local correto. O quadro 3.12 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.



	
Condutores com cores fora do padrão	Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos
	
Condutores com a isolação ressecada e quebradiça	Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual

Quadro 3.12 - Não conformidades - Apt. 203.

A imagem 3.15 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

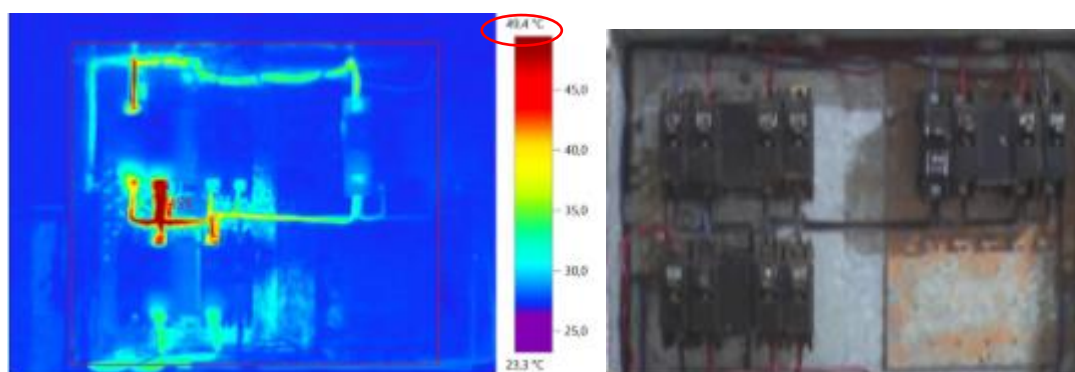


Figura 3.15 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 203.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 13 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 50°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 0,29 MΩ, que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A medida da queda de tensão máxima é de 4 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é ± 5%

(ou 11V para 220V), portanto para o apartamento 203, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.4.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.14 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.14 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 203.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com a isolação ressecada e quebradiça	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 50°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo

Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

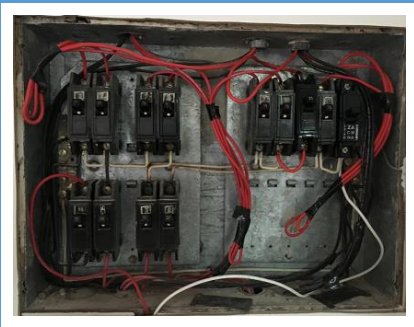

Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

### 3.5.5 Apartamento 208

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são em parte flexíveis e parte rígidos, sendo que estes apresentam sinais de envelhecimento. A unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos, as tomadas não possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral e este está localizado dentro do armário. O quadro 3.13 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui três chuveiros com potência de 6500W cada e não possui aparelho de ar condicionado.

			
Condutores envelhecidos e com cores fora do padrão	Condutores e disjuntores em aquecimento	Quadro elétrico dentro do armário	Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual

Quadro 3.13 - Não conformidades - Apt. 208.

A imagem 3.16 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

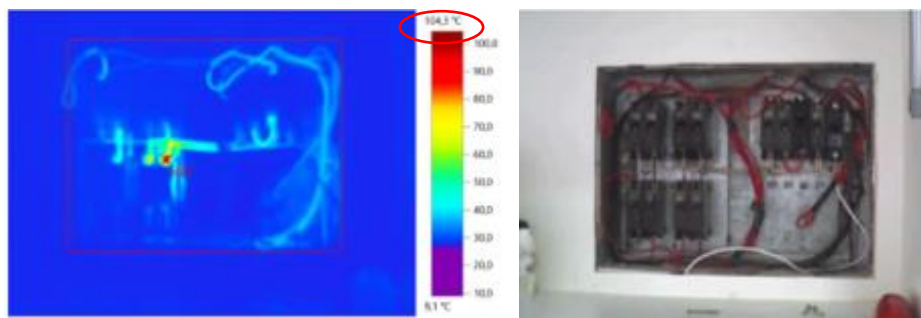


Figura 3.16 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 208.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 15 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 104°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 0,37 MΩ, que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A medida da queda de tensão máxima é de 4 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é  $\pm 5\%$  (ou 11V para 220V), portanto para o apartamento 208, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.5.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.15 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.15 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 208.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores envelhecidos e com sinais de aquecimento	Curto circuito e Segurança	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 104°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Alto	

Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos com sinais de aquecimento	Segurança e Curto Circuito	Alto	Substituir os disjuntores
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Alto	Instalar o quadro elétrico em outro local e identificar todos os circuitos
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

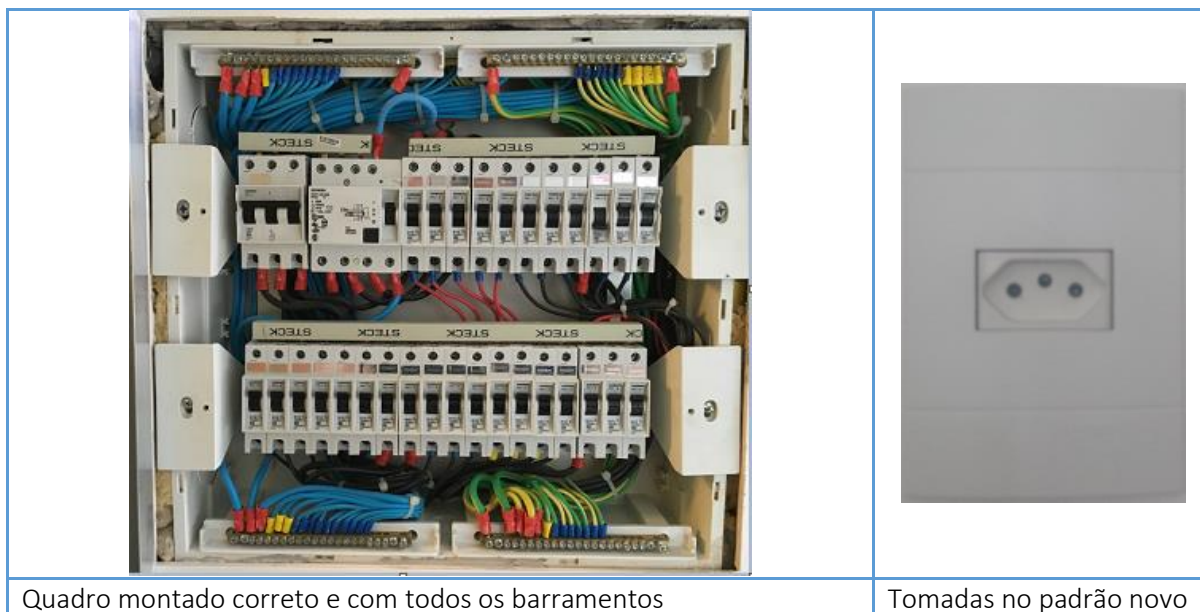
Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga alto, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.

### 3.5.6 Apartamento 303

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é nova. Os disjuntores são padrão IEC e os condutores são flexíveis e estão em excelente estado de conservação. A unidade possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. As tomadas possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência possui disjuntor geral e está instalado em local correto. O quadro 3.14 mostra o quão boa a instalação está, que serve de modelo para as demais instalações.





Quadro 3.14 - Conformidades - Apt. 303.

A imagem 3.17 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

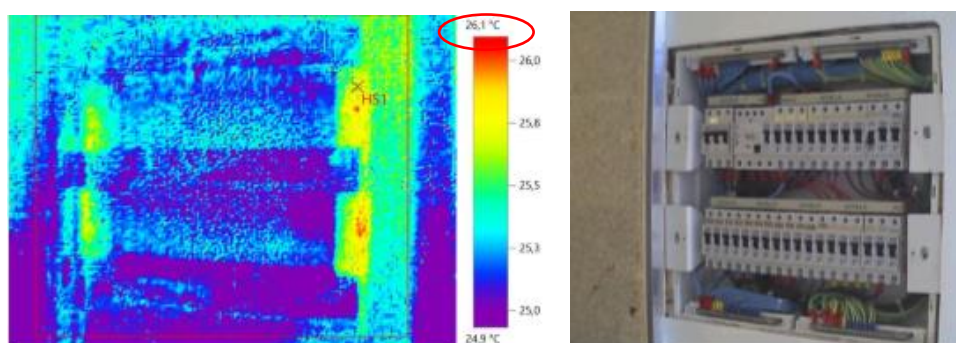


Figura 3.17 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 303.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 15 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 26°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 1 (fundo de escala), que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A medida da queda de tensão máxima é de 1 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é  $\pm 5\%$  (ou 11V para 220V), portanto para o apartamento 303, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.6.1 Patologias, riscos e soluções propostas

Apesar de ter sido reformada, a instalação elétrica do apartamento 303 apresenta algumas patologias. A Tabela 3.16 apresenta essas patologias encontradas neste apartamento,

bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.16 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 303.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Temperatura 26°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Baixo	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

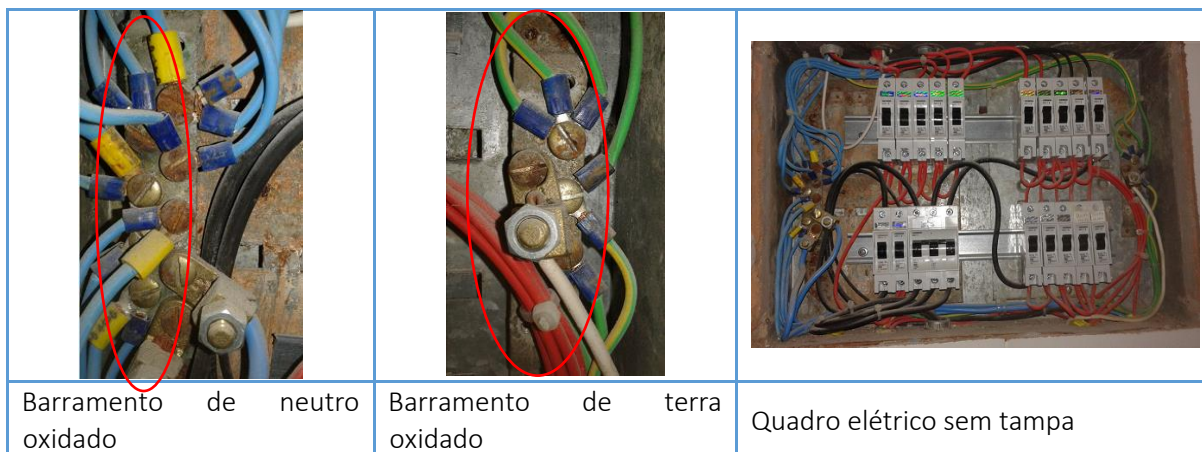
Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado baixo, o risco de sobrecarga baixo, o risco de choque elétrico baixo e segurança médio.

### 3.5.7 Apartamento 306

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é nova. Os disjuntores são padrão IEC e os condutores são flexíveis e novos. A unidade possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. As tomadas possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência possui disjuntor geral e este está instalado em local correto. Apesar de ter sido reformado recentemente, essa residência apresenta algumas não conformidades de acordo com a NBR 5410:2004. O quadro 3.15 apresenta essas não conformidades.

A residência possui três chuveiros com potência de 5400W cada e dois aparelhos de ar condicionado, um de 12000 e outro de 9000 BTU, e uma banheira de 7200W.



Quadro 3.15 - Não conformidades - Apt. 306.

A imagem 3.18 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

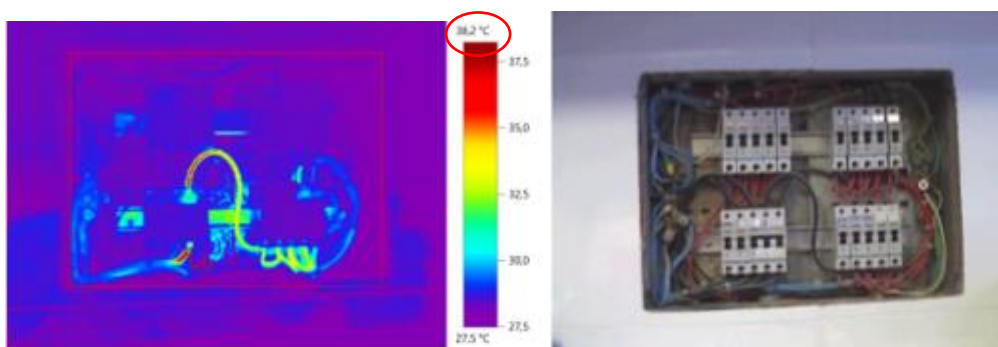


Figura 3.18 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 306.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 15 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 38°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 0,72 MΩ, que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A medida da queda de tensão máxima é de 1 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é ± 5% (ou 11V para 220V), portanto para o apartamento 306, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.7.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.17 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.



Tabela 3.17 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 306.

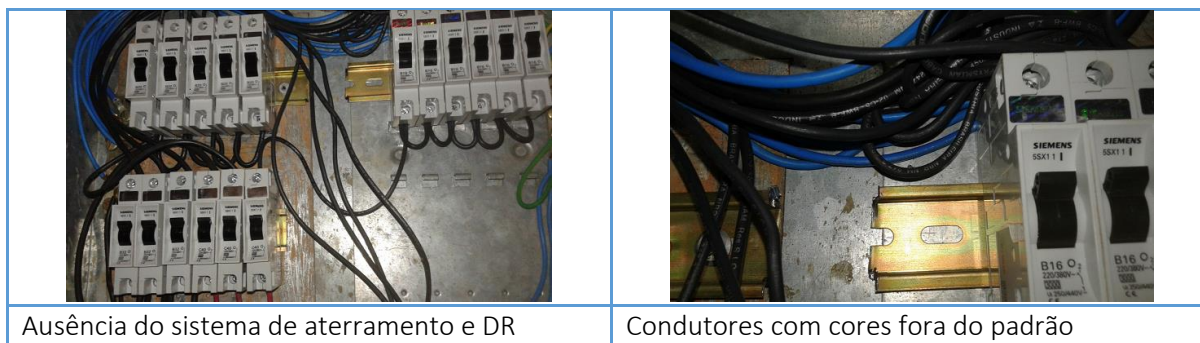
Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Temperatura 38°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Barramentos oxidados	Perda da eficiência da condutividade	Médio	Substituir o barramento
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Quadro elétrico sem tampa	Segurança	Médio	Instalar tampa no quadro elétrico
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado baixo, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

### 3.5.8 Apartamento 406

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é nova. Os disjuntores são padrão IEC e os condutores são flexíveis, porém sem diferenciação de cores. A unidade não possui sistema de aterramento nas tomadas conforme estabelece a NBR 5410:2004 e também não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. O quadro elétrico dentro da residência está instalado em local correto. O quadro 3.16 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.



Quadro 3.16 - Não conformidades - Apt. 406.

A imagem 3.19 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

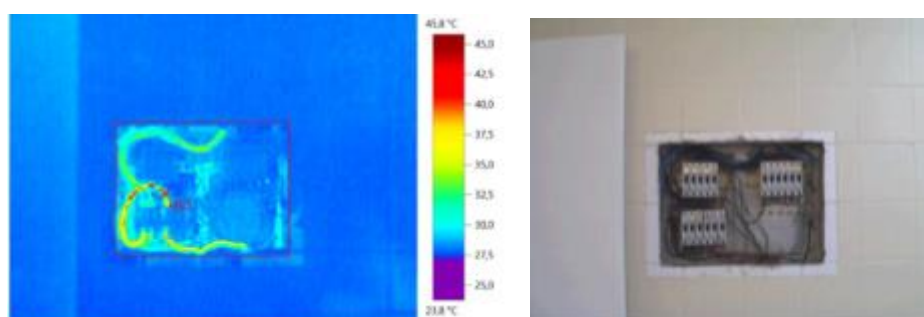


Figura 3.19 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 406.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 15 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 46°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 1 (fundo de escala), que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A medida da queda de tensão máxima é de 2 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é  $\pm 5\%$  (ou 11V para 220V), portanto para o apartamento 406, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.8.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.18 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.18 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 406.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Temperatura 46°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas com o padrão novo, porém sem o pino de terra	Segurança	Médio	Instalar terra nas tomadas
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento


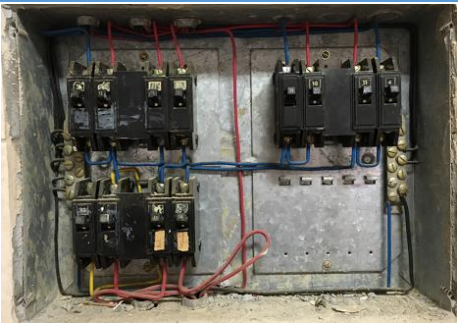

Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado baixo, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

### 3.5.9 Apartamento 503

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são rígidos, sendo que estes apresentam sinais de envelhecimento. A

unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos, as tomadas não possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral, contudo está instalado em local correto. O quadro 3.17 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

		
<p>Condutores rígidos e com sinais de envelhecimento</p>	<p>Disjuntores com sinais de envelhecimento e sem DR</p>	<p>Uso em excesso de extensão e tomadas envelhecidas fora do padrão atual</p>

Quadro 3.17 - Não conformidades - Apt. 503.

A imagem 3.20 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.

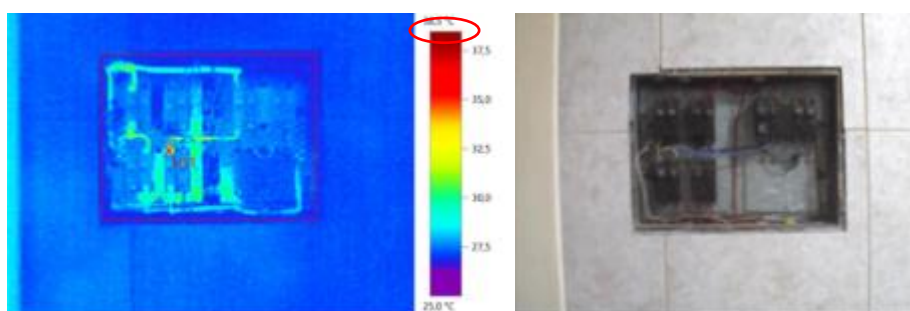


Figura 3.20 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 503.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 15 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 39°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 0,97 MΩ, que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A medida da queda de tensão máxima é de 2 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é  $\pm 5\%$  (ou 11V para 220V), portanto para o apartamento 503, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.9.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.19 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.19 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 503.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com sinais de envelhecimento	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Temperatura 39°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo
Ausência do terra na instalação do chuveiro	Choque elétrico	Alto	Instalar terra no chuveiro
Uso em excesso de extensão	Sobrecarga e choque elétrico	Alto	Instalar mais pontos de tomada

Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento



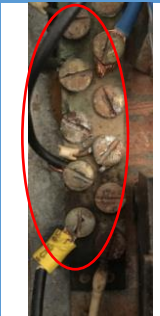

Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga alto, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

### 3.5.10 Apartamento 506

Nessa unidade, observa-se que a instalação elétrica é antiga. Os disjuntores são padrão NEMA e os condutores são rígidos, sendo que estes apresentam sinais de envelhecimento. A unidade não possui disjuntor DR para proteção contra choques elétricos. As tomadas não possuem pino de terra conforme especificado na NBR5410:2004, o quadro elétrico dentro da residência não possui disjuntor geral, contudo está instalado em local correto. O quadro 3.18 apresenta as principais não conformidades encontradas nessa unidade.

A residência possui dois chuveiros com potência de 7400W cada e quatro aparelhos de ar condicionado, sendo três multi-split de 9000 BTU cada e um de 24000 BTU.

			
Ausência do sistema de aterramento, condutores com sinais de envelhecimento	Emendas dentro do quadro elétrico	Barramento de neutro oxidados	Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual

Quadro 3.18 - Não conformidades - Apt. 506.

A imagem 3.21 apresenta o teste de termografia e uma imagem do quadro elétrico aberto.



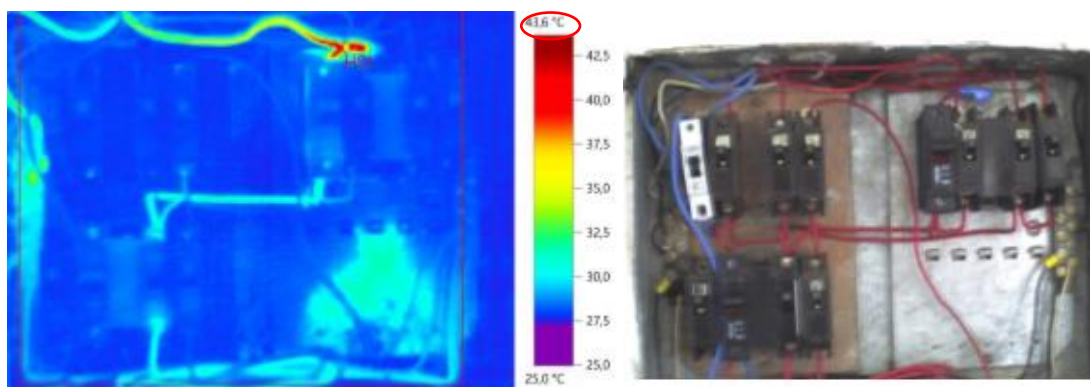


Figura 3.21 - Termografia e quadro elétrico - Apt. 506.

Quando ligada todas as cargas do apartamento, por aproximadamente 15 minutos, a temperatura máxima captada pelo termovisor é de 44°C, sendo que a temperatura máxima que os condutores suportam é 70°C como apresentado na Tabela 2.4. A resistência de isolamento é 0,83 MΩ, que é considerada normal de acordo com a Tabela 2.19. A medida da queda de tensão máxima é de 2 V, uma vez que a queda de tensão considerado normal é  $\pm 5\%$  (ou 11V para 220V), portanto para o apartamento 312, a tensão é considerada normal pelos limites estabelecidos pela ANEEL.

### 3.5.10.1 Patologias, riscos e soluções propostas

A Tabela 3.39 apresenta todas as patologias encontradas neste apartamento, bem como as classificações de risco, que podem ser do tipo curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, assim como o grau deste risco na residência. São apresentadas também soluções para as patologias.

Tabela 3.20 - Patologias, Riscos e Soluções Apt. 506.

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores sinais de envelhecimento	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	

Temperatura 44°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Barramentos oxidados	Perda da eficiência da condutividade	Médio	Substituir o barramento
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo
Ausência do terra na instalação do chuveiro	Choque elétrico	Alto	Instalar terra no chuveiro
Uso em excesso de extensão	Sobrecarga e choque elétrico	Alto	Instalar mais pontos de tomada
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Fonte: Elaborado pela autora

Nessa unidade o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.



## CAPITULO 4 – RESULTADOS E ESTATÍSTICAS

Neste capítulo serão apresentadas as estatísticas geradas de acordo com as patologias encontradas no capítulo 3.

### 4.1 Tipos de patologias

Nas inspeções, foram verificados 26 tipos de patologias. A Tabela 4.1 apresenta todas essas patologias encontradas e suas devidas proporções, considerando um total de 18 apartamentos, que foi o número de apartamentos vistoriados. O gráfico 4.1 resume a Tabela.

*Tabela 4.1 - Patologias encontradas.*

	Patologias	Quantidade	%
1	Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	18	100,0%
2	Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	17	94,4%
3	Temperatura média nos condutores dentro do quadro elétrico	15	83,3%
4	Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	14	77,8%
5	Ausência de disjuntor geral	12	66,7%
6	Condutores com cores fora do padrão	11	61,1%
7	Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	11	61,1%
8	Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	10	55,6%
9	Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	10	55,6%
10	Condutores envelhecidos	6	33,3%
11	Condutores com a isolação ressecada e quebradiça	4	22,2%
12	Ausência do terra na instalação do chuveiro	4	22,2%
13	Uso de extensão	4	22,2%
14	Quadro elétrico obstruído	4	22,2%
15	Barramentos oxidados	3	16,7%
16	Temperatura alta nos condutores dentro do quadro elétrico	2	11,1%
17	Tomadas com padrão atual porem sem o pino de terra	2	11,1%
18	Uso de adaptador em tomada	2	11,1%
19	Condutores envelhecidos e com sinais de aquecimento	2	11,1%
20	Condutores com sinais de aquecimento	1	5,6%
21	Ausência do sistema de aterramento	1	5,6%
22	Disjuntores de distribuição com sinais de aquecimento	1	5,6%

23	Disjuntores de distribuição desgastados devido aquecimento	1	5,6%
24	Quadro elétrico sem tampa	1	5,6%
25	Tomadas com padrão invertido	1	5,6%
26	Tomadas com padrão atual porem sem o pino de terra e invertidas	1	5,6%

Fonte: Elaborado pela autora

### Patologias

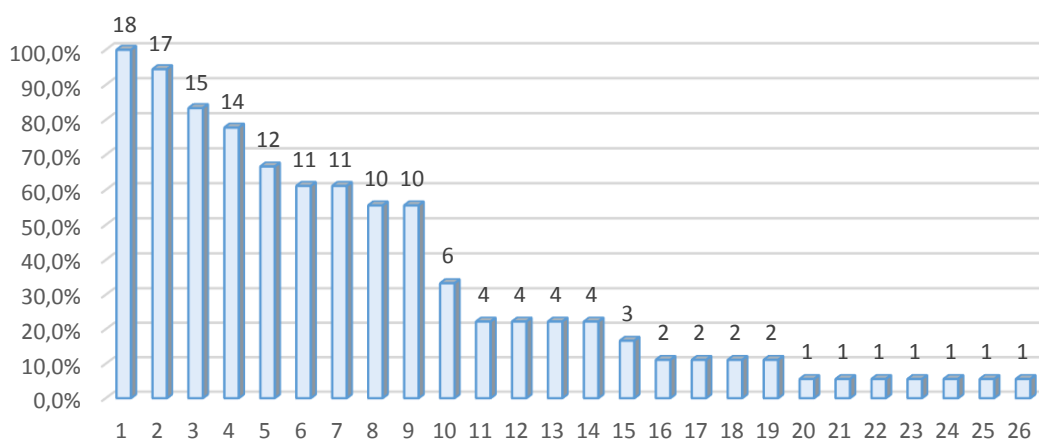


Gráfico 4.1 - Patologias encontradas.

Fonte: Elaborado pela autora

Observa-se que 100% dos apartamentos vistoriados não possuem projeto elétrico e nem diagrama unifilar do apartamento, uma vez que a NBR 5410:2004 estabelece que a instalação elétrica deve ser executada a partir do projeto elétrico, que deve conter, no mínimo, plantas, esquemas unifilares, detalhes da montagem, memorial descritivo da instalação, especificação dos componentes e parâmetros de projeto.

Em 94,4% dos apartamentos inspecionados os quadros elétricos estão sem identificação dos circuitos, e em 22,2% o quadro elétrico encontra-se obstruído. Na NBR 5410:2004 está bem claro que os quadros de distribuições (ou quadros elétricos), devem ser instalados em locais de fácil acesso e possuir identificação do lado externo, legível e não facilmente removível. Os componentes de um conjunto também devem ser identificados, de forma que a referência entre componente e seu adequado circuito possam ser facilmente reconhecidas.

Os condutores, quando em bom estado, suportam, durante períodos prolongados em funcionamento normal, a temperatura máxima para serviço contínuo de 70°C, conforme dado na Tabela 2.4. Entende-se por funcionamento normal, temperatura ambiente de até 30°C e caso a corrente nos condutores não seja superior às capacidades de condução de corrente

adequadamente obtidas nas Tabelas 2.10 a 2.13, corrigidas, se for o caso, pelos fatores mostrados nas Tabelas 2.14 e 2.15. Nas instalações vistoriadas, 83,3% apresentam temperatura média (entre 30 e 70°C) dentro do quadro elétrico, 11,1% alta (acima de 70°C) e 5,6% baixa (até 30°C). O gráfico 4.2 apresenta um resumo de como está a temperatura dentro dos quadros das residências vistoriadas. É importante levar em consideração que 72,2% das instalações possuem a isolação dos condutores com sinais de aquecimento, quebradiços, ressecados ou envelhecidos. O que faz com que a temperatura acima do considerado normal seja ainda mais preocupante.

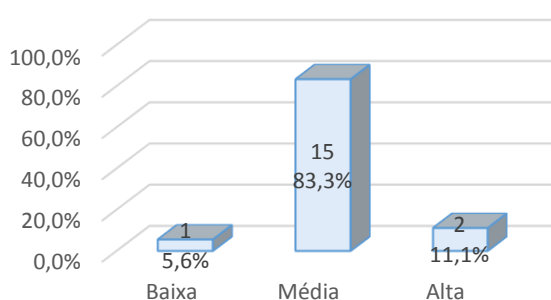


Gráfico 4.2 - Temperatura dentro do quadro elétrico.

Fonte: Elaborado pela autora

Outro problema encontrado com bastante frequência é a ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR. Somente 4 das residências vistoriadas possuem o dispositivo DR em sua instalação elétrica, ou seja, pelo menos 77,8% das residências têm risco de choque elétrico alto, por falta do dispositivo DR. O uso de dispositivos DR não dispensa o uso de condutor de proteção (terra), porém, este tem caráter obrigatório na instalação elétrica. 22,2% das instalações vistoriadas não possuem sistema de aterramento no chuveiro e 5,6% não possuem sistema de aterramento na residência, isso faz com que o risco de choque elétrico nas residências aumente ainda mais. O gráfico 4.3 mostra a quantidade de residências com risco de choque elétrico, classificados em alto, médio e baixo.

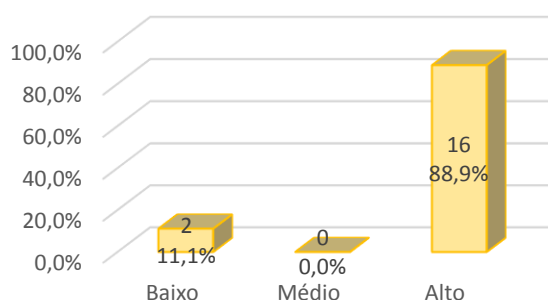


Gráfico 4.3 - Risco de choque elétrico.

Fonte: Elaborado pela autora

Para proteção contra curtos circuitos e sobrecargas, é utilizado o disjuntor de proteção, ou melhor, disjuntor geral. Este tem como objetivo interromper o seu funcionamento caso haja uma sobrecarga ou curto circuito. 66,7% das instalações não possuem disjuntor geral nas instalações elétricas. O risco, considerando todos os apartamentos vistoriados, de curto circuito e sobrecarga são dados, respectivamente, nos gráficos 4.4 e 4.5.

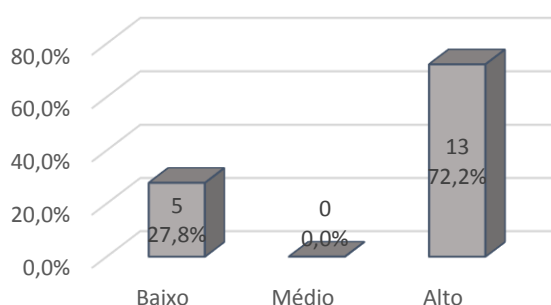


Gráfico 4.4 - Risco de curto circuito.

Fonte: Elaborado pela autora

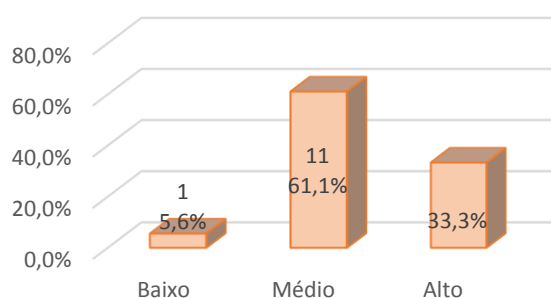


Gráfico 4.5 - Risco de sobrecarga.

Fonte: Elaborado pela autora

Os disjuntores de distribuição são tão importantes quanto o geral, e precisam estar em bom estado de funcionamento pois também servem para proteger as instalações e as pessoas contra curto circuito e sobrecarga. 72,2% das instalações vistoriadas apresentam disjuntores de distribuição antigos, envelhecidos ou com sinais de aquecimento. Sendo que, com exceção

de uma (apartamento 108, condomínio 304), são as mesmas que não possuem disjuntor geral. As únicas residências que possuem disjuntor geral, são as que passaram por reformas recentemente. O gráfico 4.6 mostra a relação de apartamentos que foram reformados e o que não foram.

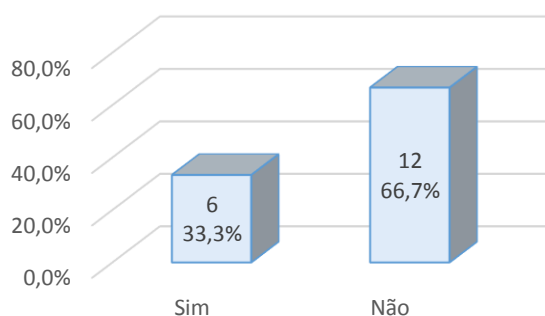


Gráfico 4.6 - Apartamentos com instalação reformada ou não.  
Fonte: Elaborado pela autora

Apesar de 6 dos 18 apartamentos terem passado por reforma recentemente, o gráfico 4.7 mostra que todos os apartamentos vistoriados apresentaram, pelo menos, um tipo de patologia, o que significa que as reformas realizadas não foram conforme a NBR 5410:2004.

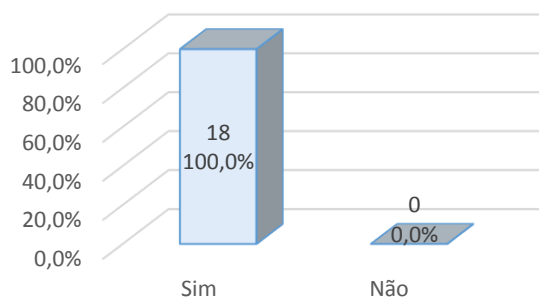


Gráfico 4.7 – Instalações com algum tipo de patologia.  
Fonte: Elaborado pela autora

O disjuntor geral também tem como objetivo facilitar o serviço em manutenções. Como os disjuntores possuem uma alavanca que permite ligar e desligar de forma manual, é possível desligar o circuito todo apenas pelo disjuntor geral, não sendo necessário desligar no disjuntor do medidor. Também a fim de facilitar o serviço em manutenções, os condutores são identificados por cores, como descrito no tópico 2.3.1.1, porém 61,1% das instalações vistoriadas apresentam condutores com cores fora do padrão estabelecido pela NBR 5410:2004.

A fim de garantir a segurança dos consumidores, foi criado um padrão brasileiro de plugues e tomadas. A NBR 14136 padroniza plugues e tomadas para uso doméstico e análogo

até 20A/250V em corrente alternada, onde todas as tomadas de corrente fixas das instalações devem ser do tipo com contato de aterramento (PE). Mesmo com norma para especificar o padrão de plugues e tomadas, conforme apresentado na figura 4.1, 77,8% das residências vistoriadas não seguem esse modelo.

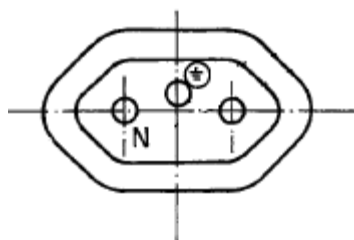


Figura 4.1 - Padrão de tomada estabelecido pela NBR 14136.  
Fonte: (ABNT NBR14136, 2002)

Não são todos os aparelhos que necessitam de aterramento, porém, todas as tomadas precisam seguir o modelo exposto na imagem 4.1. Aparelhos como, ar condicionado, computadores e refrigerados, precisam ser aterrados, para evitar que os usuários sofram um choque elétrico ao ligar estes aparelhos.

Antes da padronização dos plugues e tomadas, existiam diversos tipos de plugues e tomadas, o que tornava necessário o uso de adaptadores para ligação dos aparelhos. Hoje com a padronização, o uso de adaptadores e extensões não é mais aceito de acordo com as normas NBR 5410:2004 e NBR 14136, porém 33,3% das instalações inspecionadas, fazem uso de adaptadores ou extensões. O uso destes é uma ameaça à segurança dos usuários.

Outros fatores, já citados acima, também ameaçam a segurança dos usuários. Nos apartamentos vistoriados, 100% apresentam, um risco à segurança alto ou médio, conforme gráfico 4.8.

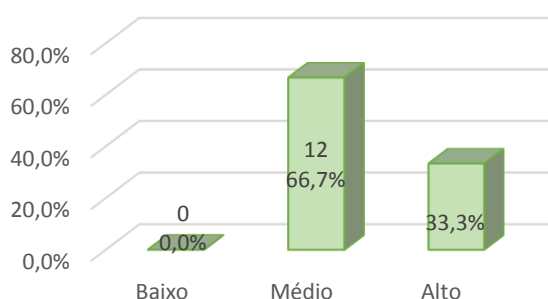


Gráfico 4.8 - Risco à segurança.  
Fonte: Elaborado pela autora

## 4.2 Situação dos apartamentos

A Tabela 4.2 é um resumo dos resultados das vistorias, por apartamento, onde apresenta se ele foi reformado ou não, se apresenta alguma patologia, e os riscos de curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança de acordo com classificação geral de cada apartamento.

Tabela 4.2 - Classificação.

Condomínio	Apt.	Reformado (Sim/ Não)	Apresenta patologias (Sim/ Não)	Risco curto circuito	Risco sobrecarga	Risco choque elétrico	Segurança
211	202	Não	Sim	Alto	Médio	Alto	Médio
211	208	Não	Sim	Alto	Alto	Alto	Médio
211	301	Não	Sim	Alto	Médio	Alto	Alto
211	302	Não	Sim	Alto	Médio	Alto	Alto
211	303	Sim	Sim	Baixo	Alto	Alto	Médio
211	312	Não	Sim	Alto	Médio	Alto	Médio
211	411	Não	Sim	Alto	Médio	Alto	Médio
211	611	Não	Sim	Alto	Médio	Alto	Alto
304	102	Não	Sim	Alto	Médio	Alto	Médio
304	107	Sim	Sim	Baixo	Médio	Baixo	Alto
304	108	Sim	Sim	Alto	Alto	Alto	Alto
304	203	Não	Sim	Alto	Médio	Alto	Médio
304	208	Não	Sim	Alto	Alto	Alto	Alto
304	303	Sim	Sim	Baixo	Baixo	Baixo	Médio
304	306	Sim	Sim	Baixo	Médio	Alto	Médio
304	406	Sim	Sim	Baixo	Médio	Alto	Médio
304	503	Não	Sim	Alto	Alto	Alto	Médio
304	506	Não	Sim	Alto	Alto	Alto	Médio

Fonte: Elaborado pela autora

Os gráficos 4.9 e 4.10 mostram a classificação de riscos dos apartamentos de forma geral, um a um, divididos por condomínios, 211 e 304, respectivamente.

### Condomínio 211

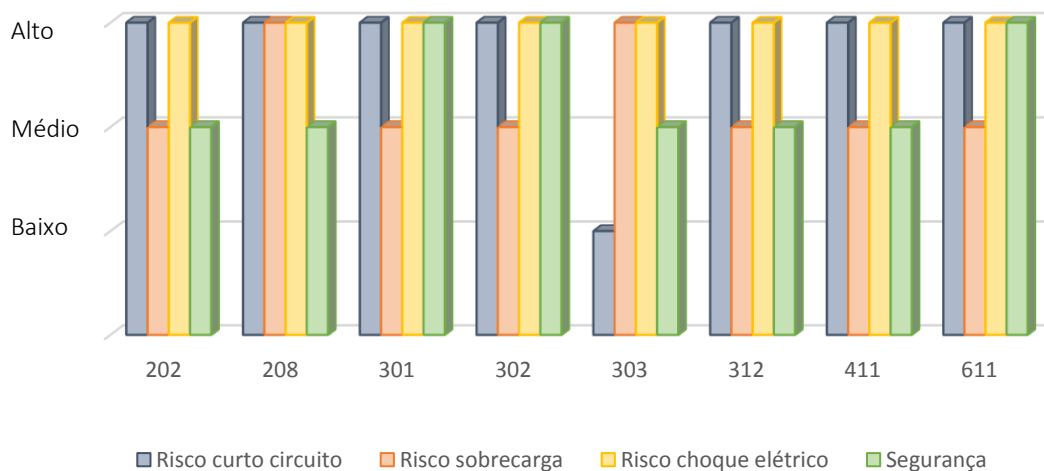


Gráfico 4.9 - Condomínio SQN 211 - Bloco K.  
 Fonte: Elaborado pela autora

### Condomínio 304

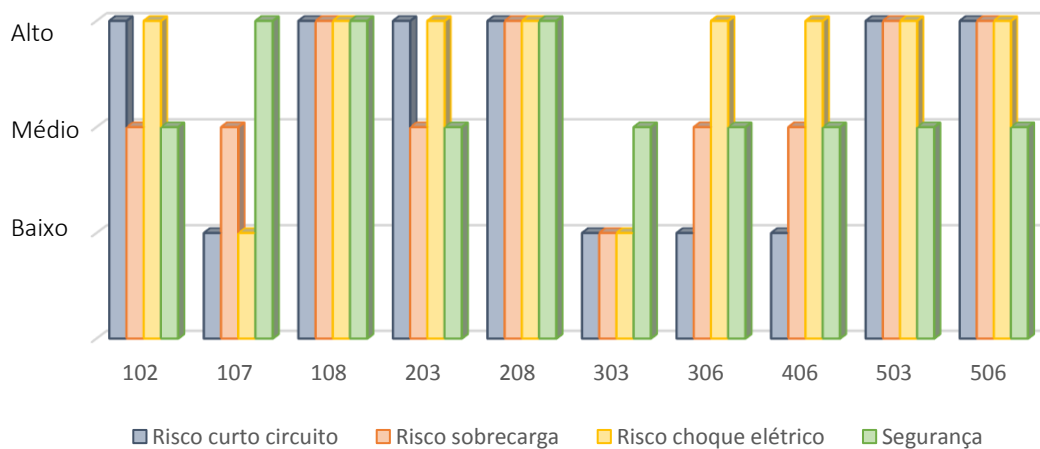


Gráfico 4.10 - Condomínio SQN 304 - Bloco H.  
 Fonte: Elaborado pela autora

Observa-se que os riscos de curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança nos apartamentos vistoriados estão, em sua grande maioria entre médio e alto, conforme apresentado no gráfico 4.11.



### Riscos gerais

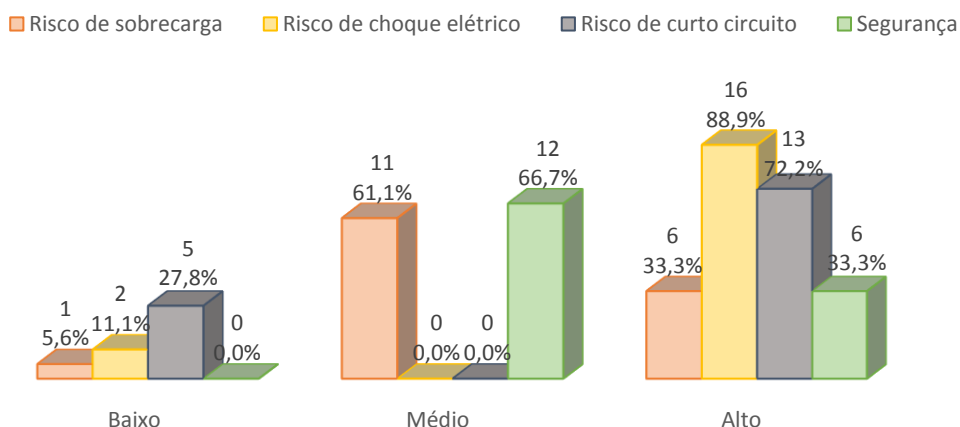


Gráfico 4.11 - Risco geral.  
 Fonte: Elaborado pela autora

### 4.3 Acidentes

Como citado no capítulo 1 deste trabalho, em 2015, no Brasil ocorreram 590 mortes por choque elétrico e 441 incêndios gerados por sobrecarga ou curto circuito, onde 33 pessoas morreram. O gráfico 4.12 apresenta estes números.

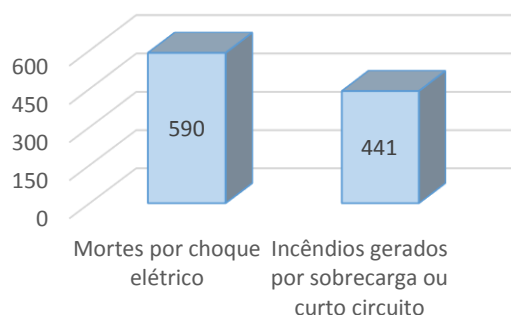
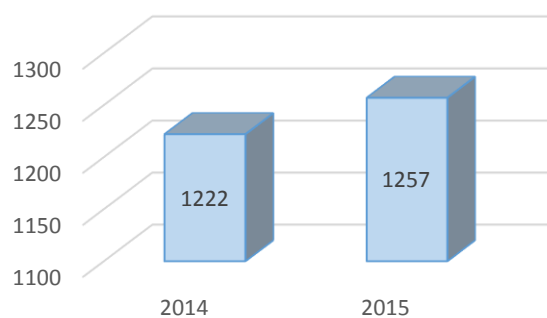


Gráfico 4.12 - Mortes por choque elétrico e incêndios gerados por sobrecarga ou curto circuito.  
 Fonte: Elaborado pela autora

Não é possível fazer uma relação direta entre as mortes por choque elétrico e os incêndios gerados por sobrecarga ou curto circuito com os dados obtidos neste trabalho pois a amostra é pequena. Porém, acredita-se que os números apresentados no gráfico 4.11, que mostra que os riscos de curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança estão, em sua grande maioria entre médio e alto podem possuir ligação direta com o aumento no número de acidentes envolvendo eletricidade, conforme apresentado no gráfico 4.13. O número de acidentes envolvendo eletricidade de forma geral, aumentou 3% no último ano, em relação a 2014, subindo de 1.222 para 1.257.



*Gráfico 4.13 - Acidentes envolvendo eletricidade com ou sem vítima fatal.  
Fonte: Elaborado pela autora*

Esses dados mostram a importância das manutenções periódicas, pois a partir delas é possível prever problemas futuros que podem ser solucionados com antecedência a fim de se evitar acidentes.

## CAPITULO 5 – CONCLUSÃO

A energia elétrica é um bem indispensável na vida do ser humano e continuará sendo por muitos anos. Por isso é tão importante que as instalações elétricas estejam adequadas para receber tal energia. Com o passar dos anos, as cargas dentro das residências aumentaram, porém, em muitas residências não foram feitas reformas nas instalações elétricas. Muitas pessoas não sabem da importância de uma instalação elétrica bem feita até que aconteça algum acidente.

A proposta do trabalho em questão é analisar edifícios residenciais para definir o nível das patologias encontradas nos mesmos com a finalidade de identificar os riscos, as perdas e propor soluções para as anomalias encontradas em cada apartamento.

Foram feitas vistorias em 18 apartamentos localizados na Asa Norte – Brasília – DF. Essas vistorias foram divididas em inspeções e ensaios elétricos, utilizando equipamentos como, termovisor, megôhmetro e multímetro. Como esperado, a grande maioria das instalações elétricas não estavam dentro do especificado pela NBR 5410:2004. Houveram residências que apresentaram parte da instalação elétrica em conformidade com a norma, porém não foi encontrado nenhum apartamento com a instalação toda dentro dos padrões impostos pela NBR 5410:2004, ou seja, todos os apartamentos apresentaram pelo menos uma patologia.

Instalações elétricas mal elaboradas apresentam diversos riscos as pessoas. Nesse trabalho as patologias foram classificadas quanto aos riscos de curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança, sendo que as consequências para esses riscos podem ser, principalmente, mortes e incêndios.

Os dados apresentados retratam que mais de 70% das instalações apresentam riscos de curto circuito, sobrecarga, choque elétrico e segurança entre médio e alto. Com os números encontrados nesse trabalho não se pode inferir uma representação do Brasil, pois foi coletado uma amostra muito pequena de dados se comparado com o número de residências no país, porém como o número de apartamentos com patologias foi alto, acredita-se que ao expandir o trabalho, esses dados também irão se estender.

Para um bom funcionamento das instalações elétricas é essencial que haja manutenções elétricas periodicamente, sendo que estas visam manter o bom funcionamento das instalações. Porém, para algumas patologias encontradas, é necessário que seja feita uma intervenção

imediate, pois só manutenções não serão suficientes para solucionar os problemas encontrados.

Uma solução para diminuir as patologias encontradas é que seja feita uma reforma da instalação elétrica nas residências, já que manutenções elétricas não resolvem grandes problemas.

Pode-se concluir que o objetivo do projeto, em identificar, avaliar e catalogar as patologias foi alcançado. As possíveis melhorias para este trabalho são apresentadas e justificadas a seguir.

### **5.1 Trabalhos futuros**

O projeto desenvolvido atendeu aos objetivos propostos para identificar, avaliar e catalogar as patologias. Contudo outras sugestões de desenvolvimento do projeto surgiram, com o objetivo de melhorar o trabalho, tais como:

- A. Realizar inspeções em mais apartamentos a fim de obter dados estatísticos mais próximos da realidade.
- B. Efetuar o levantamento de cargas dos apartamentos, a fim de verificar o correto dimensionamento dos disjuntores e condutores quanto à capacidade.

## REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 5410:2004. **Instalações elétricas de baixa tensão**. [S.l.]: [s.n.], 2004.
- ABNT NBR14136. **Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250V em corrente alternada - Padronização**. [S.l.]: [s.n.], 2002.
- ABRACOPEL. Revisão de instalações elétricas reduz consumo de energia. **ABRACOPEL**, 5 Maio 2015. Disponível em: <<http://abracopel.org/artigos-tecnicos/revisao-de-instalacoes-eletricas-reduz-consumo-de-energia/>>. Acesso em: Agosto 2016.
- ABRACOPEL. Estatísticas. **ABRACOPEL**. Disponível em: <<http://abracopel.org/estatisticas/>>. Acesso em: Agosto 2016.
- BOYLESTAD, R. L. **Introdução à análise de circuitos**. Tradução de Daniel Vieira e Jorge Ritter. 12ª Edição. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.
- BRAGA, N. C. Como medir tensões com o multímetro. **Instituto Newton C Braga**. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/instrumentacao/108-artigos-diversos/2713-ins131>>. Acesso em: Setembro 2016.
- BRAGA, N. C. Medidores de isolamento (INS226). **Newton C Braga**. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/instrumentacao/108-artigos-diversos/5989-ins226>>. Acesso em: Setembro 2016.
- CARAMALHO, A. **25 anos em termografia**. 1ª Edição. ed. [S.l.]: Bubok, 2012.
- CAVALIN, G.; CERVELIN, S. **Instalações Elétricas Prediais: Conforme Norma NBR5410:2004**. 21ª Edição. ed. São Paulo: Érica, 2011.
- CEB. **FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO SECUNDÁRIA A UNIDADES CONSUMIDORAS INDIVIDUAIS**. [S.l.]. 2005.
- CERVELIN, S.; CAVALIN, G. **Instalações Elétricas Prediais: Teoria e Prática**. Livro 5. ed. Curitiba: Base Livros Didáticos, v. Módulo 1, 2008.
- CLAMPER. COMO ESCOLHER DISJUNTORES PARA PROTEGER SUA REDE ELÉTRICA. **Clamper**, 2015. Disponível em: <<http://www.clamper.com.br/blog/category/dicas/page/2>>. Acesso em: Setembro 2016.
- CONAB. Instalações elétricas nos condomínios. **Conab**, 17 Maio 2011. Disponível em: <<http://www.conab.com.br/site/menu.asp?page=noticiasDetalhe&cod=31&tipo=M>>. Acesso em: Agosto 2016.
- COTRIM, A. A. M. B. **Instalações Elétricas**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- DARDENGO, C. F. R. Identificação de patologias e proposição de diretrizes de manutenção preventiva em edifícios residenciais multifamiliares da cidade de Viçosa-MG. **UFV**, 2010. Disponível em:

<<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3717/texto%20completo.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: Agosto 2016.

ENSAIOS de resistência de isolamento e de rigidez dielétrica. **O Setor Elétrico**. Disponível em: <[http://www.osetoelettrico.com.br/web/documentos/fasciculos/ed-102\\_Fasciculo\\_Cap-VII-Manutencao-de-transformadores.pdf](http://www.osetoelettrico.com.br/web/documentos/fasciculos/ed-102_Fasciculo_Cap-VII-Manutencao-de-transformadores.pdf)>. Acesso em: Agosto 2016.

FILHO, J. M. **Instalações Elétricas Industriais**. 6ª Edição. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

FLUKE, C.; THE SNELL GROUP. **Introdução aos princípios da termografia**. [S.l.]: ATP, 2009.

GOOGLE Maps. **Google**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: Novembro 2016.

GRANDEZAS Elétricas. **Eficen - Eficiência Energética**. Disponível em: <<http://www.eficien.com.br/fontes-energia-impactos/>>. Acesso em: Setembro 2016.

INO, E. K. **Eletricidade**. São Paulo: SENAI-SP, v. volume 1, 2014.

INSTRUTHERM. Manual de Instruções. **Instrutherm**. Disponível em: <[www.instrutherm.com.br](http://www.instrutherm.com.br)>. Acesso em: Setembro 2016.

KÍTOR, G. L. Condutividade elétrica. **Info Escola**. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/fisica/condutividade-eletrica/>>. Acesso em: Setembro 2016.

LEIS de Ohm. **Toda Materia**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/leis-de-ohm/>>. Acesso em: Setembro 2016.

NERY, N. **Instalações Elétricas: princípios e instalações**. 1ª Edição. ed. São Pauo: Érica, 2011.

NISKIER, J.; MACINTYRE, A. J. **Instalações Elétricas**. 6ª Edição. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica**. 1ª Edição. ed. São Paulo: Blucher, v. Vol. 3, 1997.

O Interior do Átomo. **Só Biologia**. Disponível em: <[http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Oitava\\_quimica/atomo6.php](http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Oitava_quimica/atomo6.php)>. Acesso em: Setembro 2016.

PAIVA, R. Aumenta o número de acidentes provocados por choques elétricos. **G1**, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2015/07/aumenta-o-numero-de-acidentes-eletricos-no-brasil.html>>.

PROGRAMA CASA SEGURA. ABRACOPEL DIVULGA DADOS SOBRE ACIDENTES EM 2015. **Programa Casa Segura**. Disponível em: <<http://programacasasegura.org/blog/2016/02/23/abracopel-divulga-os-primeiros-dados-sobre-acidentes-de-origem-eletrica-em-2015/>>. Acesso em: Agosto 2016.

RELATÓRIO de Vistoria de Patologias Prediais. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**, Outubro 2011. Disponível em: <[http://dfo.ufsc.br/files/2011/12/RELATORIO\\_CSE\\_C\\_V07.pdf](http://dfo.ufsc.br/files/2011/12/RELATORIO_CSE_C_V07.pdf)>. Acesso em: Agosto 2016.

RESISTIVIDADE Elétrica. **Fisica.net**. Disponível em: <[http://www.fisica.net/constantes/resistividade-eletrica-\(ro\).php](http://www.fisica.net/constantes/resistividade-eletrica-(ro).php)>. Acesso em: Setembro 2016.

RODRIGUES, A. C. Levantamentos das principais manifestações patológicas em edificações residenciais de uma construtora de Porto Alegre. **UFRGS**, Julho 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78205/000896540.pdf?sequence=1>>. Acesso em: Agosto 2016.

SIEMENS. Dispositivos DR. **Siemens**, 2009. Disponível em: <<http://w3.siemens.com.br/buildingtechnologies/br/pt/produtos-baixa-tensao/protecao-eletrica/saiba-mais/Documents/Cat%C3%83%C2%A1logo%20Dispositivos%20DR%20.pdf>>. Acesso em: Agosto 2016.

TERMOVISORES FLIR Série i. **FLIR**. Disponível em: <<http://www.flir.com/thermography/americas/br/view/?id=54156&collectionid=601&col=54163>>. Acesso em: Setembro 2016.

TERRO-MEGO-VOLT-FASE MRT-600. **Instrutherm**. Disponível em: <[http://www.instrutherm.com.br/instrutherm/product.asp?template\\_id=60&old\\_template\\_id=60&partner\\_id=&tu=b2c&dept%5Fid=2300&pf%5Fid=06322&nome=Terro%2DMego%2DVolt%2DFase+Efetu+a+fun%E7%E3o+de+Terrometro%2C+Megohmetro%2C+Volt%EDmetro%2C+Fasimetro+e+Data+Hold&>](http://www.instrutherm.com.br/instrutherm/product.asp?template_id=60&old_template_id=60&partner_id=&tu=b2c&dept%5Fid=2300&pf%5Fid=06322&nome=Terro%2DMego%2DVolt%2DFase+Efetu+a+fun%E7%E3o+de+Terrometro%2C+Megohmetro%2C+Volt%EDmetro%2C+Fasimetro+e+Data+Hold&>)>. Acesso em: Setembro 2016.

TESTO 875i - Thermal Imager. **Testo**. Disponível em: <<https://www.testo.com.br/resources/64/de/166633d61c83/testo-875-Instruction-manual.pdf>>. Acesso em: Setembro 2016.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros, volume 2**: eletricidade e magnetismo, óptica. v 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

VÓRTEX. Teste de Resistência de Isolação. **Vórtex Equipamentos**. Disponível em: <[http://www.vortex.com.br/notas/resistencia\\_%20isolamento.pdf](http://www.vortex.com.br/notas/resistencia_%20isolamento.pdf)>. Acesso em: Setembro 2016.

## APÊNDICE A – Recomendações aos moradores do condomínio 211 – Bloco K

A pedido da aluna de engenharia elétrica do Uniceub, Lara Santos Ferraz, foi realizado vistorias elétricas nos seguintes apartamentos 202, 208, 301, 302, 303, 312, 411, e 611 com a permissão de cada morador.

As vistorias foram divididas em inspeções e ensaios elétricos, onde foram utilizados termovisor, megôhmetro e multímetro.

Prezado morador do **apartamento 202**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da tensão: 209V - Situação: Normal (mínimo deve ser 209V e máximo 231V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 950 MΩ - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 55°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com isolamento ressecada e quebradiça	Curto circuito	Alto	Substituição de todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 55°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalação de disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituição dos disjuntores de distribuição



Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalação de disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituição de todas as tomadas para o padrão novo
Uso de adaptador em tomada	Sobrecarga e choque elétrico	Médio	Instalar mais pontos de tomada
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Médio	Instalar o quadro elétrico em novo local ou retirar a geladeira do local em que está instalada
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro A.1 - Apartamento 202

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 208**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megômetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da tensão: 210V - Situação: Normal (mínimo deve ser 209V e máximo 231V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 1 (fundo de escala) - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 36°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores envelhecidos	Curto circuito	Alto	Substituição de todos os condutores elétricos no

Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 36°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalação de disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir todas as tomadas para o padrão novo
Uso em excesso de extensão	Sobrecarga e choque elétrico	Alto	Instalar mais pontos de tomada
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro A.2 - Apartamento 208

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga alto, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 301**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megômetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da tensão: 211V - Situação: Normal (mínimo deve ser 209V e máximo 231V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR

- Resistência de isolamento mínima: 1 (fundo de escala) - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 49°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com a isolação ressecada e quebradiça	Curto circuito	Alto	Substituição de todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 49°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Barramentos oxidados	Perda da eficiência da condutividade	Médio	Substituir o barramento
Ausência do sistema de aterramento	Choque elétrico	Alto	Instalar o sistema de aterramento
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir todas as tomadas para o padrão novo
Ausência do terra na instalação do chuveiro	Choque elétrico	Alto	Instalar terra no chuveiro
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Alto	Instalar o quadro elétrico em outro local
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos

Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento
--	-----------	-------	---

Quadro A.3 - Apartamento 301

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.

Prezado morador do **apartamento 302**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da tensão: 215V - Situação: Normal (mínimo deve ser 209V e máximo 231V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 1 (fundo de escala) - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 41°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores envelhecidos e com sinais de aquecimento	Curto circuito e Segurança	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 41°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir dos disjuntores

Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro A.4 - Apartamento 302

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.

Prezado morador do **apartamento 303**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da tensão: 214V - Situação: Normal (mínimo deve ser 209V e máximo 231V)
- Teste de DR: DR funcionando.
- Resistência de isolamento mínima: 1 (fundo de escala) - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 40°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Temperatura 40°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Tomadas com o padrão invertido	Segurança	Baixo	Instalar as tomadas da maneira correta
Uso em excesso de extensão	Sobrecarga e choque elétrico	Alto	Instalar mais pontos de tomada

Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento
--	-----------	-------	---

Quadro A.5 - Apartamento 303

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado baixo, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico baixo e segurança baixo.

Prezado morador do **apartamento 312**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da tensão: 215V - Situação: Normal (mínimo deve ser 209V e máximo 231V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 1 (fundo de escala) - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 57°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores envelhecidos	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 57°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição

Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir todas as tomadas para o padrão novo
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro A.6 - Apartamento 312

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 411**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da tensão: 215V - Situação: Normal (mínimo deve ser 209V e máximo 231V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 1 (fundo de escala) - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 38°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com a isolação ressecada e quebradiça	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	

Temperatura 38°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas com o padrão atual, porém sem o pino de terra e invertidas	Segurança	Médio	Instalar terra nas tomadas e instala-las da maneira correta
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro A.7 - Apartamento 411

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 611**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da tensão: 218V - Situação: Normal (mínimo deve ser 209V e máximo 231V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 1 (fundo de escala) - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 33°C - Situação: Médio



Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com sinais de envelhecimento	Curto circuito	Alto	Substituir de todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 33°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas com o padrão novo, porém sem o pino de terra	Segurança	Médio	Instalar terra nas tomadas
Uso de adaptador em tomada	Sobrecarga e choque elétrico	Médio	Instalar mais pontos de tomada
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Alto	Instalar quadro elétrico em outro local
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro A.8 - Apartamento 611

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.

## APÊNDICE B – Recomendações aos moradores do condomínio 304 – Bloco H

Prezado morador do **apartamento 102**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 2V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: fundo de escala - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 M $\Omega$ )
- Teste de sobrecarga por termografia: 39°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com sinais de envelhecimento	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 39°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir todas as tomadas para o padrão novo
Ausência do terra na instalação do chuveiro	Choque elétrico	Alto	Instalar terra no chuveiro

Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro B.1 - Apartamento 102

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 107**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megômetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 3V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 0,80 M $\Omega$  - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 M $\Omega$ )
- Teste de sobrecarga por termografia: 48 $^{\circ}$ C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Temperatura 48 $^{\circ}$ C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70 $^{\circ}$ C, contudo, é importante ficar em alerta.
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Alto	Instalar quadro elétrico em outro local
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro B.2 - Apartamento 107

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado nulo, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico nulo e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 108**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 4V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 0,27 M $\Omega$  - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 M $\Omega$ )
- Teste de sobrecarga por termografia: 75°C - Situação: Alto

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com sinais de aquecimento	Curto circuito	Alto	Substituir os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	Substituir emendas por barramento
Temperatura 75°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Alto	Redistribuir as cargas ou redimensionar a fiação para uma mais adequada, desde que, esteja dentro das recomendações da NBR 5410:2004
Disjuntores desgastados devido aquecimento	Segurança	Alto	Substituir os disjuntores
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)

Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro B.3 - Apartamento 108

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga alto, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.

Prezado morador do **apartamento 203**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megômetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 4V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 0,29 M $\Omega$  - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 M $\Omega$ )
- Teste de sobrecarga por termografia: 50°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com a isolação ressecada e quebradiça	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 50°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral

Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro B.4 - Apartamento 203

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 208**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 4V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 0,37 M $\Omega$  - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 M $\Omega$ )
- Teste de sobrecarga por termografia: 104°C - Situação: Alto

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores envelhecidos e com sinais de aquecimento	Curto circuito e Segurança	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por

Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	
Temperatura 104°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Alto	
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos com sinais de aquecimento	Segurança e Curto Circuito	Alto	Substituir os disjuntores
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo
Quadro elétrico obstruído	Segurança	Alto	Instalar o quadro elétrico em outro local e identificar todos os circuitos
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro B.5 - Apartamento 208

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga alto, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.

Prezado morador do **apartamento 203**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 1V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)

- Teste de DR: DR funcionando
- Resistência de isolamento mínima: 0,37 MΩ - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 26°C - Situação: Baixo

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Temperatura 26°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Baixo	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro B.6 - Apartamento 203

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado baixo, o risco de sobrecarga baixo, o risco de choque elétrico baixo e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 306**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 1V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 0,72 MΩ - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 38°C - Situação: Médio



Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Temperatura 38°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Barramentos oxidados	Perda da eficiência da condutividade	Médio	Substituir o barramento
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Quadro elétrico sem tampa	Segurança	Médio	Instalar tampa no quadro elétrico
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Médio	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro B.7 - Apartamento 306

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado baixo, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 406**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 2V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 1 (fundo de escala) - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 M $\Omega$ )
- Teste de sobrecarga por termografia: 46°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com cores fora do padrão	N/A	N/A	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Temperatura 46°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas com o padrão novo, porém sem o pino de terra	Segurança	Médio	Instalar terra nas tomadas
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro B.8 - apartamento 406

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado baixo, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 503**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megôhmetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 2V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)

- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 0,97 MΩ - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 MΩ)
- Teste de sobrecarga por termografia: 39°C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores com sinais de envelhecimento	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Temperatura 39°C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70°C, contudo, é importante ficar em alerta.
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)
Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo
Ausência do terra na instalação do chuveiro	Choque elétrico	Alto	Instalar terra no chuveiro
Uso em excesso de extensão	Sobrecarga e choque elétrico	Alto	Instalar mais pontos de tomada
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

Quadro B.9 - Apartamento 503

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga alto, o risco de choque elétrico alto e segurança médio.

Prezado morador do **apartamento 506**,

De acordo com as inspeções realizadas no mês de setembro em seu apartamento, foram constadas diversas patologias, essas são mostradas na Tabela 3 e o resultados dos testes utilizando o multímetro, megômetro e termovisor estão a seguir:

- Medida da queda de tensão: 2V - Situação: Normal (Normal  $\pm$  5% ou 11V para 220V)
- Teste de DR: não realizado pois a residência não possui DR
- Resistência de isolamento mínima: 0,83 M $\Omega$  - Situação: Normal (valor deve ser maior que 0,25 M $\Omega$ )
- Teste de sobrecarga por termografia: 44 $^{\circ}$ C - Situação: Médio

Patologia	Tipo de Risco (curto circuito, sobrecarga, choque elétrico, segurança)	Impacto (baixo, médio, alto)	Solução proposta
Condutores sinais de envelhecimento	Curto circuito	Alto	Substituir todos os condutores elétricos no apartamento por condutores novos e flexíveis seguindo as recomendações da NBR5410:2004
Condutores com emenda dentro do quadro elétrico	Curto Circuito e Sobrecarga	Médio	
Temperatura 44 $^{\circ}$ C nos condutores dentro do quadro elétrico	Sobrecarga e segurança	Médio	Não é necessária nenhuma intervenção de imediato pois os condutores suportam até 70 $^{\circ}$ C, contudo, é importante ficar em alerta.
Barramentos oxidados	Perda da eficiência da condutividade	Médio	Substituir o barramento
Ausência de disjuntor geral	Segurança	Médio	Instalar disjuntor geral
Disjuntores de distribuição antigos e envelhecidos	Segurança	Médio	Substituir os disjuntores de distribuição
Ausência de sistema de proteção contra choques elétricos DR	Choque elétrico	Alto	Instalar disjuntores de proteção contra choque elétrico (DR)

Tomadas envelhecidas e fora do padrão atual	Segurança	Médio	Substituir de todas as tomadas para o padrão novo
Ausência do terra na instalação do chuveiro	Choque elétrico	Alto	Instalar terra no chuveiro
Uso em excesso de extensão	Sobrecarga e choque elétrico	Alto	Instalar mais pontos de tomada
Quadro elétrico sem identificação dos circuitos	Segurança	Baixo	Identificar todos os circuitos
Ausência do projeto elétrico e do diagrama unifilar do apartamento	Segurança	Médio	Fazer o projeto elétrico e diagrama unifilar do apartamento

*Quadro B.10 - apartamento 506*

De forma geral, o risco de curto circuito é considerado alto, o risco de sobrecarga médio, o risco de choque elétrico alto e segurança alto.