



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

JOÃO VENÂNCIO OLIVEIRA SANTOS



Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
COM NORMAS TÉCNICAS E DE SEGURANÇA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS E
RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE DO SERIDÓ – PB.**



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2024

JOÃO VENÂNCIO OLIVEIRA SANTOS

AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
COM NORMAS TÉCNICA E DE SEGURANÇA EM EDIFÍCIOS COMERCIAIS E RESIDENCIAIS NO
MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE DO SERIDÓ – PB.

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal de
Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Professor Ronimack Trajano de Souza, D.Sc.
Orientador

Campina Grande

2024

JOÃO VENÂNCIO OLIVEIRA SANTOS

AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DE INSTALAÇÕES ELÉTRICA
COM NORMAS TÉCNICA E DE SEGURANÇA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS NO
MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE DO SERIDÓ – PB

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal de
Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Aprovado em / /

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Ronimack Trajano de Souza, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

À minha mãe. Ela que sempre sentiu orgulho ao chamar-me de universitário, poderá, agora, me chamar de engenheiro. Seus ensinamentos, dedicação e todo amor oferecido moldaram quem hoje sou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primordialmente, que esteve junto a mim quando ninguém mais podia estar. Sua presença constante me guiou e fortaleceu, oferecendo paz e confiança.

Agradeço aos meus pais, Tânia Lourenço e José Guimarin, que abdicaram de várias coisas para me proporcionar uma formação repleta de oportunidades.

Aos meus irmãos Taína Helen e Herson Oliveira, por todas conversas motivadoras e pelas risadas que fizeram essa jornada mais leve. Agradeço também, em nome de minha tia Marluce Lourenço, a toda minha família. Obrigado por acreditarem no meu potencial e por me motivarem a perseguir meus objetivos.

Agradeço ao professor Ronimack Trajano, por todo profissionalismo, orientação e apoio ao longo de todas as disciplinas ministradas, como também deste trabalho. Seu conhecimento, dedicação e didática foram essenciais para meu aprendizado e desenvolvimento.

Aos colegas Arthência Cassandra e Járede Aguiar, pelo companheirismo e experiências compartilhadas durante a jornada na UFCG.

Por fim, agradeço a todos os demais colegas que, de alguma forma, cruzaram meu caminho e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

*“São incontáveis os Teus feitos de amor...
Que poderei retribuir ao Senhor Deus,
por tudo aquilo que Ele fez em meu favor?”*

Comunidade Católica Shalom.

RESUMO

O amplo uso da energia elétrica no cotidiano, em seus variados cenários, acabam expondo usuários e/ou técnicos aos riscos inerentes à utilização da energia elétrica. Esses riscos são aumentados significativamente quando as instalações elétricas não foram projetadas e/ou executadas conforme as diretrizes das normas técnicas e norma regulamentadora nº10, apresentando inconformidades que podem expor os usuários a acidentes, inclusive fatais. Este trabalho, por sua vez, propôs-se a realizar análises de conformidade nas instalações elétricas de residências e comércios no município de São Vicente do Seridó – PB, sob a luz das diretrizes estabelecidas na norma técnica NBR5410:2004. Para tal, selecionou-se as unidades que teriam suas instalações elétricas inspecionadas, totalizando dez unidades, sendo seis unidades residenciais e quatro unidades comerciais. Mediante as análises desenvolvidas, por meio de inspeções visuais às unidades em estudo, considerou-se as principais inconformidades e desenvolveu-se sugestões afim de solucioná-las e torná-las conforme com os itens propostos na norma em questão. O trabalho conclui-se sugerindo, além das devidas adequações aos itens propostos pelas normas de segurança, conforme citado anteriormente, medidas que possam ajudar na conscientização dos usuários da energia elétrica, visando dessa maneira, mitigar os riscos inerentes a utilização da eletricidade e reduzir ainda mais os números de acidentes ocasionados pela má utilização da mesma.

Palavras-chave: Segurança elétrica, NBR5410, NR10, instalações elétricas, eletricidade, choque elétricos, proteção.

ABSTRACT

The widespread use of electricity in daily life, across its various contexts, exposes users and/or technicians to the inherent risks associated with electricity use. These risks are significantly heightened when electrical installations are not designed and/or executed according to the guidelines of technical standards and Regulatory Norm No. 10, presenting non-compliances that can expose users to accidents, including fatal ones. This study aimed to conduct compliance analyses of the electrical installations in residences and businesses in the municipality of São Vicente do Seridó – PB, in light of the guidelines established in the technical standard NBR5410:2004. For this purpose, ten units were selected for inspection, comprising six residential units and four commercial units. Based on the analyses carried out through visual inspections of the units under study, the main non-compliances were identified, and suggestions were developed to address them and ensure compliance with the items proposed in the standard. The study concludes by recommending, in addition to the necessary adjustments to the items proposed by safety standards, measures that can help raise awareness among electricity users, thereby aiming to mitigate the inherent risks of electricity use and further reduce the number of accidents caused by its misuse.

Keywords: Electrical safety, NBR5410, NR10, Electrical installations, Electricity, Electric shocks, protection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Gráfico com zonas tempo x corrente e os efeitos sobre as pessoas.....	17
Figura 2	– Dispositivo a corrente diferencial residual (DR).....	25
Figura 3	– Disjuntor termomagnético.....	26
Figura 4	– Dispositivo de proteção contra surtos (DPS).	27
Figura 5	– Possibilidades de posicionamento do dispositivo de proteção contra sobrecorrentes.....	28
Figura 6	– Representação do esquema de aterramento.....	29
Figura 7	– Esquema TT	29
Figura 8	– Esquema TN-C.....	30
Figura 9	– Esquema TN-S	30
Figura 10	– Esquema TN-C-S.....	31
Figura 11	– Ausência de invólucros isolantes.....	37
Figura 12	– Ausência de condutor de proteção/equipotencialização, R02.....	39
Figura 13	– Ausência de condutor de proteção/equipotencialização, R06.....	39
Figura 14	– Análise de conformidade: Proteção adicional.	41
Figura 15	– Quadro de distribuição de circuitos das unidades R02, R05 e R06, respectivamente.....	42
Figura 16	– Análise de conformidade: Conexões dos QDC.....	45
Figura 17	– Análise de conformidade: Conexões das tomadas.	46
Figura 18	– Placa de advertência sugerida pela norma.	47
Figura 19	– Quadro de distribuição de circuitos.....	48
Figura 20	– Unidades que possuem documentação técnica.....	50
Figura 21	– Frequência que se realiza revisões.....	51
Figura 22	– Presença de quadro de distribuição	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – <i>Checklist</i> para inspeção das instalações.....	35
Tabela 2 – Análise de conformidade: Proteção básica.	36
Tabela 3 – Análise de conformidade: Proteção supletiva.	38
Tabela 4 – Análise de conformidade: Proteção adicional.....	40
Tabela 5 - Análise de conformidade: Divisão de circuitos.....	42
Tabela 6 – Análise de conformidade: Proteção contra surtos elétricos.	44
Tabela 7 – Análise de conformidade: Conexões.	45
Tabela 8 – Análise de conformidade: Identificação e advertência.....	48
Tabela 9 – Análise de conformidade: Acessibilidade.	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACOPEL	Associação Brasileira de Conscientização aos Perigos Elétricos
AC	Corrente Alternada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
DC	Corrente Contínua
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos elétricos
DR	Dispositivo diferencial-residual
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Hz	Hertz
IEC	International Electrotechnical Commission
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
NR	Norma Regulamentadora
QDC	Quadro de Distribuição de Circuitos

SUMÁRIO

1	Introdução	14
1.1	Objetivos	15
1.1.1	Objetivos gerais.....	15
1.1.2	Objetivos específicos.....	15
1.2	Estrutura do trabalho	16
2	Fundamentação teórica	17
2.1	Choques elétricos	17
2.2	Acidentes e riscos envolvendo a eletricidade	18
2.3	NR10 - Norma regulamentadora nº10	22
2.4	NBR5410:2004 - Instalação Elétrica em baixa tensão	23
2.5	Proteções contra irregularidades elétricas.....	24
2.5.1	Dispositivo a corrente diferencial residual – DR	24
2.5.2	Disjuntores	26
2.5.3	Dispositivos de proteção contra surtos – DPS	27
2.5.4	Aterramento	28
2.6	Inspeção visual	31
3	Metodologia	34
4	Estudo de casos.....	36
4.1	Medidas de proteção contra choques elétricos.....	36
4.1.1	Proteção básica.....	36
4.1.2	Proteção supletiva	38
4.1.3	Proteção adicional	40
4.2	Medidas de proteção contra sobrecorrentes	41
4.3	Medida de proteção contra surtos elétricos.....	44
4.4	Execução das conexões.....	44
4.5	Identificação dos componentes e placa de advertência	47
4.6	Acessibilidade do QDC	49
4.7	Questionário	50
5	Conclusão	54
	Referências.....	55

1 INTRODUÇÃO

A história da energia elétrica foi marcada aos longos dos séculos por inúmeras descobertas, desde a primeira eletrificação, observada 600 a.c. na Grécia Antiga, por Thales de Mileto (Morais, 2014), até os mais completos e bem elaborados sistemas elétricos contemporâneos. A eletricidade é, nos dias atuais, fundamental no processo de manutenção e desenvolvimento da sociedade, estando presente nos mais variados setores, como as indústrias, hospitais, serviços públicos, comércios e residências.

No Brasil, os setores comercial e residencial foram responsáveis, respectivamente, por 18,4% e 31% do consumo de energia elétrica no país no ano de 2023 (EPE, 2024), totalizando juntos, 49,4%, pouco menos da metade de todo o consumo. O amplo uso da energia elétrica no cotidiano, em seus variados cenários, acabam expondo usuários e/ou técnicos aos riscos inerentes à utilização da mesma. Esses riscos estão, geralmente, atrelados ao contato com equipamentos energizados, apresentando mau funcionamento, negligência ou instalações que não foram realizadas seguindo as diretrizes apresentadas nas normas técnicas e normas de segurança, expondo os usuários a situações de riscos associados à energia elétrica, como choques elétricos e incêndios, podendo dessa forma, causar queimaduras, perdas de bens materiais e em casos mais extremos, a morte de pessoas. Esses riscos poderiam ser reduzidos ou eliminados caso as instalações apresentassem conformidade com as normas técnicas e de segurança.

Ainda que variadas tecnologias tenham sido desenvolvidas e aperfeiçoadas, visando auxiliar no combate aos acidentes envolvendo a eletricidade, a exemplo dos dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual (DR), disjuntores e dispositivos contra surtos elétricos (DPS), o número de incidentes envolvendo a mesma tem evoluído significativamente ao longo dos anos (ABRACOPEL, 2024).

A Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL), em seu anuário estatístico de acidentes de origem elétrica, mostra que, no ano de 2023, foram totalizados 2.089 acidentes envolvendo eletricidade, um aumento de 15,6% em relação ao ano anterior. Desse total, 963 foram ocasionados por incêndios devido sobrecarga (curto-circuito), fomentando 67 mortes. Os números se tornam ainda mais alarmantes quando os motivos dos incidentes são os choques elétricos,

envolvendo direto ou indiretamente a energia elétrica, promovendo 986 acidentes. Do número observado, 68,36% resultaram em mortes de pessoas.

A partir dos dados, evidencia-se a importância de manter as instalações elétricas em conformidade com as normas de segurança, e também de serviços, vigentes em nosso país, mitigando os acidentes devido ao mau uso da energia elétrica. Dessa forma, esse trabalho de conclusão de curso tem como principal objetivo investigar e realizar inspeções de instalações elétricas, residenciais e comerciais, em imóveis no município de São Vicente do Seridó, na Paraíba, no qual sintetizará as adequações necessárias associadas com a Norma Regulamentadora nº10 (NR-10) e também com a norma NBR 5410:2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Tem como objetivo, ainda, desenvolver pesquisa com a população residente no município, buscando obter informações relevantes acerca do uso da eletricidade, evidenciando fatores que possivelmente venha a acarretar em acidentes elétricos. Aproveitando o ensejo será desenvolvido maneiras de conscientização e educação pública, visando mitigar os acidentes envolvendo a energia elétrica.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

Realizar análise de conformidade das instalações elétricas em edifícios residenciais e também comerciais no município de São Vicente do Seridó, segundo a NBR-5410:2004 e NR10, com o propósito de constatar desvios, avaliar os impactos na eficiência e segurança das instalações.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar visitas em residências e comércios identificando não conformidades com as normas vigentes.
- Verificar a adequação dos dispositivos de proteção (DR, DPS e Disjuntores).
- Verificar o estado de conservação e instalação dos condutores e equipamentos elétricos.

- Realizar levantamento das principais inconformidades e propor melhorias.
- Desenvolver e aplicar questionário a residentes visando coletar informações sobre percepções de segurança, instalações e manutenções.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi dividido em cinco principais seções, listadas e brevemente resumidas a seguir:

1. Introdução: Nesta seção, destacaremos os dados gerais de acidentes envolvendo eletricidade e a importância de assegurar a conformidade das instalações elétricas com as normas técnicas e de segurança. Apresentaremos também a respectiva justificativa da pesquisa, objetivos gerais e específicos.
2. Fundamentação teórica: Neste capítulo, será realizado uma análise bibliográfica disponível sobre o tema em questão. Abordaremos teorias e estudos, objetivando constituir uma base teórica sólida para a pesquisa e composição deste trabalho.
3. Metodologia: Esta parte compõe os métodos empregados para composição dos dados bases desta pesquisa, incluindo o tipo de pesquisa e o procedimento de avaliação dos dados.
4. Estudo de casos: Aqui, mostraremos os dados coletados por meio das inspeções visuais as unidades utilizadas como bases deste estudo e as principais inconformidades diagnosticadas nesse processo. Será exposto, ainda, as principais recomendações a serem realizadas afim de torna-las conforme, de acordo com as normas técnicas, especificamente a NBR5410:2004. Para isso, utilizaremos de recursos que facilitem a compreensão e análise dos resultados, como figuras e tabelas.
5. Conclusão: Na conclusão realizaremos observações finais relativo ao trabalho realizado, problemas encontrados, importância de manter as instalações em conformidade com as normas, soluções propostas e melhorias a serem realizadas.

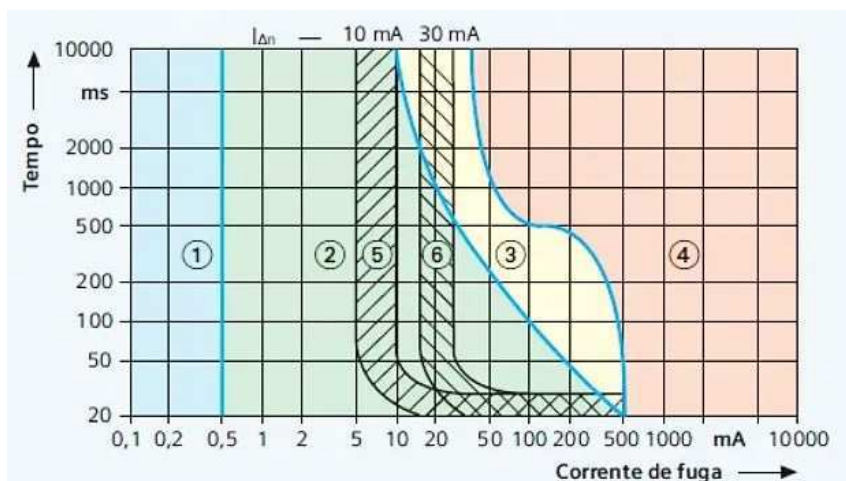
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CHOQUES ELÉTRICOS

Define-se por choque elétrico o efeito fisiopatológico decorrente do fluxo de corrente elétrica no corpo, nesta específica situação, o humano, alterando as condições normais de funcionamento do mesmo, como as funções respiratórias, circulatórias e musculares, podendo também causar queimaduras graves, entre outros danos a integridade física das vítimas envolvidas (Becker, 2024).

A proporcionalidade dos danos que podem ser causados ao corpo humano, quando envolvidos em acidentes elétricos, dependem de uma série de fatores relacionadas a corrente elétrica, como as características da mesma, ou seja, se é alternada (AC) ou contínua (DC) e frequência (Hz). Não obstante, os fatores diretamente determinantes são a intensidade e tempo em que a vítima fica exposta à corrente elétrica (IEC, 2018). No gráfico abaixo é demonstrado as diferentes áreas de percepção dos efeitos causados sobre as pessoas, separadas e numeradas em suas respectivas zonas, de acordo com a International Electrotechnical Commission (IEC), o qual tem bastante relevância técnica, pois é considerado um dos mais completos estudos a respeito dos efeitos que a corrente elétrica pode ocasionar quando em contato com o corpo humano (Fernandes, 2024).

Figura 1 – Gráfico com zonas tempo x corrente e os efeitos sobre as pessoas.



Fonte: IEC 60479-1

As zonas ilustradas no gráfico acima, indicam os seguintes efeitos causados ao corpo humano:

- i. Zona 1: Nenhum efeito perceptível.
- ii. Zona 2: Efeitos fisiológicos geralmente não danosos.
- iii. Zona 3: Efeitos fisiológicos notáveis (contrações musculares, parada respiratória e parada cardíaca), na maior parte dos casos reversíveis.
- iv. Zona 4: Eminentes possibilidades de efeitos fisiológicos graves e irreversíveis (parada respiratória e fibrilação cardíaca).

As zonas 5 e 6, por sua vez, possuem efeitos similares aos apontados na zona 2. As mesmas dispõe destaques no gráfico pois indicam as faixas a quais os dispositivos de proteção contra fugas de correntes ou choques elétricos devem atuar, interrompendo o fornecimento de energia, evitando, dessa maneira, a gravidade dos acidentes ocasionados.

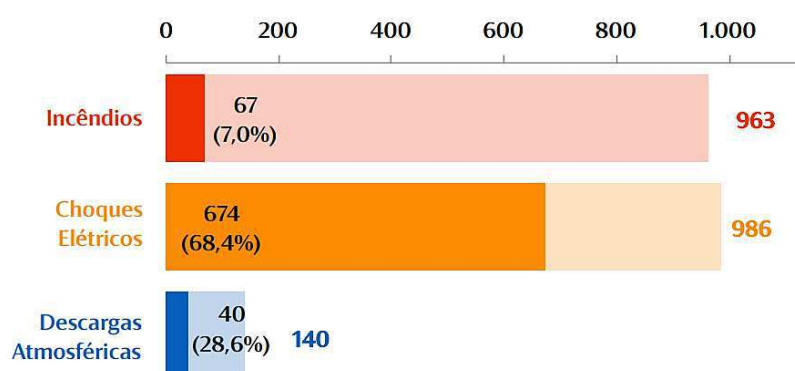
2.2 ACIDENTES E RISCOS ENVOLVENDO A ELETRICIDADE

Os perigos e acidentes envolvendo a eletricidade sempre estiveram presentes em meio a sociedade mundial, sobretudo quando os seus fenômenos ainda não eram totalmente conhecidos e dominados. Durante o período histórico, conhecido atualmente pela “Batalha das Correntes”, que destacou-se pela competição entre os populares cientistas Thomas Edson e Nikola Tesla, os quais promoviam a corrente elétrica contínua (DC) e alternada (AC), respectivamente, ocorreram inúmeros acidentes elétricos. O caso mais notável, da época, foi a execução de William Kemmeller, no ano de 1890, condenado à morte por meio de eletrificação utilizando-se da corrente alternada (Kline, 2020). Esse fato traz à tona a aptidão que a eletricidade tem em ocasionar danos a integridade humana, incluindo a morte.

Nos dias atuais, os acidentes elétricos ainda são bastante presentes, embora, tecnologicamente falando, a sociedade disponha de variados artifícios que possibilitam esquivar-se dessas circunstâncias.

Os números de acidentes cuja origem é a eletricidade, no Brasil, tem crescido consideravelmente se comparado com os anos anteriores, ocasionando em um número bastante expressivo de mortes decorrente da mesma, segundo os dados veiculados pela Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL) em seu anuário estatístico. O gráfico a seguir expõe de maneira objetiva esses dados bases.

Gráfico 1 - Total de acidentes de origem elétrica, no Brasil, em 2023.



Fonte: (ABRACOPEL, 2024)

Nota-se que, apesar dos incidentes que provocaram incêndios de origem elétrica possuírem um elevado número de casos, conforme observado na parte em vermelho mais claro do gráfico anterior, o percentual de fatalidades devido ao mesmo é consideravelmente baixo, de todo modo, preocupantes. Por outro lado, os acidentes ocasionados por choques elétricos, ou seja, contato direto com a eletricidade, além de possuírem um elevado número de casos, ilustrado pela cor laranja claro no gráfico acima, possuem um percentual de mortalidade bastante acentuado, conforme pode ser observado em laranja na ilustração.

Ainda que as inovações tecnológicas tenham melhorado substancialmente a segurança elétrica, os números de casos de acidentes tem crescido anualmente. O gráfico posterior elucida esse aumento percentual de acidentes elétricos ao longo dos anos, em decorrência de incêndios e choques elétricos, ambos causados pelo uso indevido da eletricidade e não cumprimento das normas técnicas e de segurança.

Gráfico 2 - Número de ocorrências devido choques elétricos e incendios.

Fonte: (ABRACOPEL, 2024, adaptada pelo autor)

De acordo com a ABRACOPEL, esses números estão divididos em variados locais de ocorrência, destacando-se os meios comerciais e residenciais. Do total de acidentes que provocaram incêndios, 19,8% (191) ocorreram em locais comerciais e 51,9% (500) em locais residenciais. Os acidentes decorridos por choque elétrico, por seu lado, apresentou 5,1% (50) em áreas comerciais e 27,8% (274) em áreas residenciais. Esses números somam juntos, um percentual de 52,08% do total de 1.949 acidentes que provocaram incêndios e/ou choques elétricos, um pouco mais que metade deste.

Além da negligência ao se fazer o uso da eletricidade, a qualidade do serviço ao se realizar o trabalho de instalações elétricas, bem como os materiais que são utilizados tem uma significativa influência nos acidentes ocasionados. Geralmente, os usuários optam por mão de obra barata e também por materiais de origem duvidosa, sem o selo do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), colocando em risco e a segurança das instalações. Ainda a respeito dos acidentes:

“Esses acidentes nos faz refletir que as instalações elétricas estão "mal dimensionadas" ou não sofrem revisões periódicas, acarretando situações de sobrecarga, não sendo protegidas pelos dispositivos corretamente. Outro ponto crítico é o uso de materiais de baixa qualidade, especialmente condutores que, em algumas construções, comprometem a segurança da instalação. Para garantir a segurança é crucial que os dispositivos de proteção sejam corretamente dimensionados [...]” (ABRACOPEL, 2024)

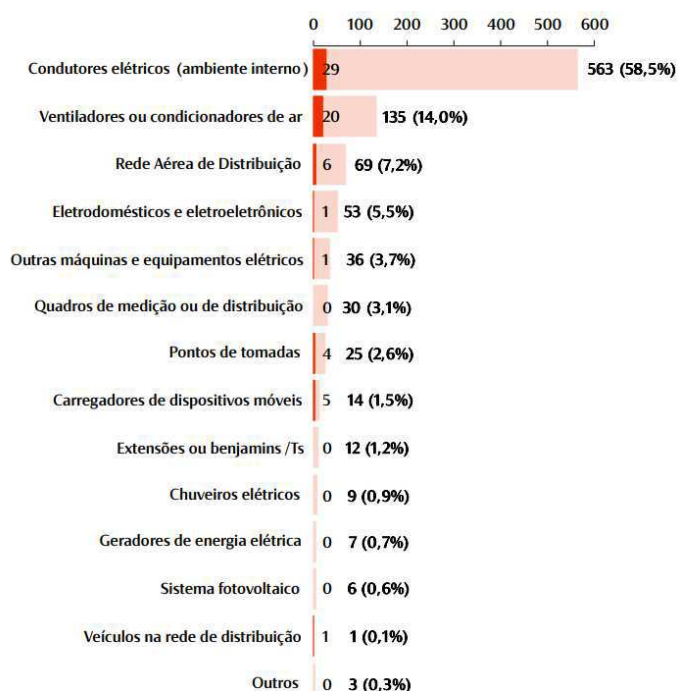
Segundo a ABRACOPEL, o número de acidentes elétricos ocasionando incêndios e choques elétricos, devido condutores mal dimensionados ou com material de origem duvidosa, totalizam juntos, 609 acidentes do total dos incidentes, um percentual de 29,15%. Os gráficos seguintes explanam todas as principais causas dos acidentes ocorridos no ano de 2023.

Gráfico 3 - Principais causas por choques elétricos nas áreas residenciais.



Fonte: (ABRACOPEL, 2024)

Gráfico 4 - Números de incêndios de origem elétrica por tipo de equipamento.



Fonte: (ABRACOPEL, 2024)

2.3 NR10 - NORMA REGULAMENTADORA Nº10

A NR10 é uma diretriz imprescindível no tocante segurança envolvendo serviços com eletricidade, deliberando diretrizes rigorosas que visa garantir a integridade das instalações elétricas e, principalmente, proteger pessoas.

No item 10.1.1 da norma em questão, a mesma especifica os principais objetivos desenvolvidos em seu corpo:

“Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. (MTE, 2016)”

No item seguinte, 10.1.2, a norma evidencia os campos no quais a mesma possui atuação, sendo eles: geração, transmissão, distribuição e também o consumo, englobando todas as etapas desde o projeto até a construção, operação e manutenção. Atua ainda nos trabalhos que se situam nas proximidades das instalações elétricas, dessa forma, além dos indivíduos que trabalham diretamente com a eletricidade, a norma estabelece também requisitos pra os que trabalham de forma indireta.

O item 10.2.3 possui também elevada importância, a qual é digna de ser pontuada. A mesma estabelece que empresas mantenham atualizados todos os seus esquemas das instalações elétricas, especificando os sistemas de aterramentos com também os dispositivos de proteção. Essa medida se faz importante, pois, em boa parte dos comércios a segurança das instalações elétricas são negligenciadas. Tendo posse dos diagramas unifilares da instalação, torna-se menos complexo realizar intervenções na mesma, caso necessário.

A observância dos itens estabelecidos nessa norma, não apenas ajuda a prevenir acidentes, mas também auxilia para a conformidade legal e para um ambiente de trabalho mais eficiente e seguro.

2.4 NBR5410:2004 - INSTALAÇÃO ELÉTRICA EM BAIXA TENSÃO

A NBR-5410 é a norma Brasileira cuja finalidade é estabelecer diretrizes para instalações elétricas de baixa tensão em edificações. Seu principal objetivo é garantir que as instalações elétricas operem de maneira segura e com a melhor funcionalidade possível. Sendo assim, a probabilidade de inconformidade nas instalações reduzem consideravelmente. A mesma serve de suporte para dimensionamento dos equipamentos que compõe a instalação elétrica, como por exemplo os condutores e dispositivos de proteção.

A referente norma aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificações, conforme citado anteriormente, independente do seu uso (residencial, comercial, industrial, de serviços, etc.). No item 1.2.2 a norma informa a sua aplicabilidade conforme os níveis de tensão:

“Esta Norma aplica-se: aos circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1 000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1 500 V em corrente contínua. (NBR 5410, 2004)”

Ainda que seja desafiador, especialmente em instalações complexas, garantir o seguimento da norma assegura que as instalações operem de maneira correta e com eficiência, inibindo problemas como falhas e sobrecargas, protegendo pessoas e equipamentos contra riscos, como incêndios e choques.

2.5 PROTEÇÕES CONTRA IRREGULARIDADES ELÉTRICAS

As normas regulamentadoras estabelecem condições mínimas de segurança a serem seguidas, desde o processo de projeto, até a execução das instalações elétricas, visando inibir ou atenuar os riscos do uso da energia elétrica, o que são potencialmente aumentados por possíveis irregularidades nas instalações elétricas. A energia elétrica se não utilizada de maneira adequada pode apresentar riscos aos usuários. Se faz necessário, dessa forma, artifícios de proteção cujo foco primordial é a segurança de indivíduos (Lopes, 2022).

Os dispositivos de proteção são equipamentos projetados para interromper o fornecimento de energia elétrica quando os mesmos detectam condições anormais, conforme fora dimensionado. Esses dispositivos atuam protegendo as instalações elétricas e indivíduos de eventos elétricos como a sobretensão, sobrecarga e/ou curto-circuito, fuga de corrente dentre outros mais (ABB, 2024).

A NBR5410:2004, dispõe as especificações a serem adotadas na fase de projeto para uma boa especificações dos componentes a serem utilizados na instalação elétrica. Nos itens posteriores serão mostrados os principais deles, bem como suas respectivas funcionalidades.

2.5.1 DISPOSITIVO A CORRENTE DIFERENCIAL RESIDUAL – DR

O dispositivo a corrente diferencial residual (DR), tem como principal funcionalidade interromper o fornecimento de energia elétrica em casos que se ocorra fugas de corrente acima dos limites de segurança, que seja proporcionado por defeitos na instalação ou até mesmo contato de pessoas direto ou indiretamente com a mesma. A figura a seguir ilustra o dispositivo bipolar disponível comercialmente. A proteção provida pelo uso deste dispositivo objetiva os casos onde os outros meios de proteção apresentam falhas, ou ainda, imprudência e descuido do usuário (NBR5410, 2004).

Figura 2 – Dispositivo a corrente diferencial residual (DR).



Fonte: (Soprano)

No item 4.1.1, a NBR5410:2004 explicita se fazer necessário o uso de mecanismos de segurança que sejam capazes de proteger pessoas e animais contra eventuais choques elétricos, seja o risco associado ao contato acidental com partes energizadas ou falhas que possam colocar massas acidentalmente sob tensão. De acordo com o item 5.1.1.1, ainda na norma referenciada anteriormente, o dispositivo a corrente diferencial residual faz parte da proteção supletiva, correspondente ao contato por meio de contato indireto por meio de massas energizadas indevidamente, porém o mesmo também possui funcionalidade em casos de contato direto com a eletricidade.

No item 5.1.3.2.2 a norma exhibe os casos no qual o DR possui uso obrigatório nas instalações elétrica, sendo eles os seguintes:

- a) Os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais que possuam banheiro ou chuveiro;
- b) Os circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- c) Os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;

A ABRACOPEL, em seu estudo denominado Raio-X das instalações elétricas, mostra que, apesar da norma tornar o uso obrigatório do dispositivo, 59,6% dos imóveis em estudo não o possuíam, diminuindo dessa maneira a segurança da instalação.

2.5.2 DISJUNTORES

Os disjuntores são os dispositivos de proteção mais comuns nas instalações elétricas do Brasil, esse fato pode ser evidenciado, talvez, pela obrigatoriedade imposta pelas concessionárias como requisito para obtenção do fornecimento de energia elétrica pela mesma. Dessa forma, é mais comum encontrar, ainda que apenas um, dispositivos como esses nas residências, o que não ocorre com os IDR e DPS, por exemplo.

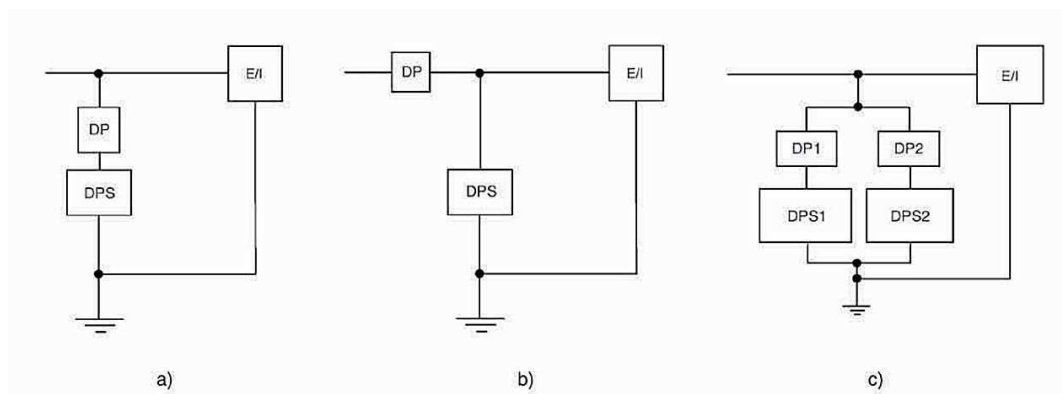
Os disjuntores termomagnéticos destinam-se a atuar em casos de sobrecargas e curtos-circuitos, detectando esses fenômenos e interrompendo o fornecimento de eletricidade, evitando possíveis danos como incêndios. O mesmo possui dois mecanismos distintos: magnético e térmico. O mecanismo magnético é composto por uma bobina que, quando imposta uma corrente acima do limite de projeto, gera um campo magnético suficiente para realizar a desconexão elétrica, cessando dessa maneira o fornecimento de energia. O mecanismo térmico por sua vez, é composto por um material bi metálico que a partir de sua dilatação possibilita realizar a desconexão do circuito. A dilatação ocorre quando o mesmo fica exposto por um tempo ao calor gerado pela corrente elétrica, geralmente ocasionados por sobrecargas (Enerbras, 2024). A NBR5410, no item 4.1.3, impõe obrigatoriedade desse dispositivo em todas instalações elétricas, devendo-se ainda adotar um específico de acordo com a utilização do circuito terminal, também presente na norma. A figura abaixo ilustra um disjuntor termomagnético monofásico comumente encontrado no comércio.

Figura 3 – Disjuntor termomagnético.



Fonte: (Enerbras)

Figura 5 – Possibilidades de posicionamento do dispositivo de proteção contra sobrecorrentes.



Fonte: NBR5410:2004

As siglas presentes na ilustração possuem os seguintes significados:

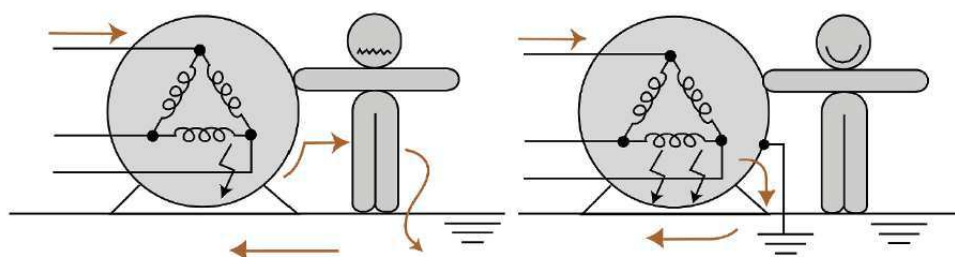
- DP: dispositivo de proteção contra sobrecorrentes
- DPS: dispositivo de proteção contra surtos
- E/I: equipamento/instalação a ser protegida contra sobretensões

Todos os arranjos ilustrados possuem boa eficácia no quesito proteção do sistema em casos de defeitos no dispositivo de proteção contra surtos, o item (b) por sua vez possui, dentre todos, a pior coordenação, uma vez que o mesmo promove descontinuidade do fornecimento de energia de toda a instalação quando o DPS falha, não restringindo-se apenas ao trecho envolvido, ou seja, o caminho o qual o DPS fora instalado.

2.5.4 ATERRAMENTO

O aterramento também constitui uma ferramenta imprescindível em instalações elétricas. Além de, por meio da equipotencialização, fornecer boas condições técnicas para um adequado funcionamento das instalações, o mesmo possibilita diminuir os riscos envolvendo eletricidade, ocasionados por contato com massas indevidamente energizadas, uma vez que oferece caminho alternativo para correntes de fugas.

Os esquemas a seguir ilustram, de maneira simples, o princípio básico do sistema de aterramento e a maneira como se dá a circulação de corrente, com e sem a presença do mesmo nas instalações elétricas.

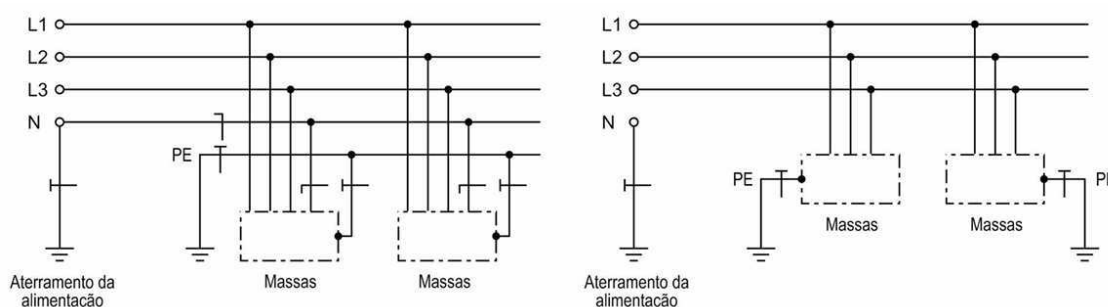
Figura 6 – Representação do esquema de aterramento.

Fonte: Alemetec

Pode-se observar, na imagem à esquerda que, sem o sistema de aterramento, a corrente elétrica tende a circular pelo corpo do indivíduo em contato com o equipamento. Na imagem da direita, por sua vez, podemos notar a eficiência do sistema de aterramento, oferecendo uma melhor condução para as correntes de faltas à terra, protegendo dessa maneira o usuário de possíveis acidentes.

A norma técnica em vigor, a NBR5410:2004, estabelece requisitos mínimos e necessários para melhor implementação dos sistemas de aterramento, possibilitando a implementação de diferentes topologias a serem adotados nas etapas de projeto e execução das malhas de aterramentos das instalações elétricas. A norma, ainda, considera variadas topologias possíveis a serem realizadas nas instalações:

- Esquema TT: De acordo com o item 4.2.2.2.2 da NBR5410:2004, o presente esquema tem à disposição de um eletrodo de aterramento específico, conectado diretamente as massas dos equipamentos. Este, difere do eletrodo de aterramento da alimentação requerido pela concessionária de energia elétrica. Podemos observar a ilustração deste esquema na figura a seguir.

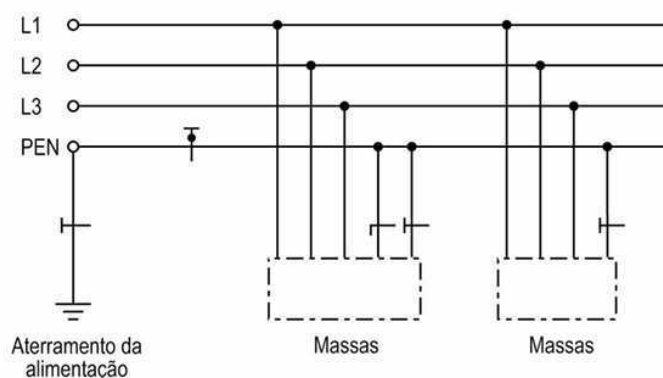
FIGURA 7 – ESQUEMA TT

Fonte: NBR5410:2004.

Esquema TN: Este esquema está referenciado no item 4.2.2.2.1 da NBR5410:2004. De acordo com o mesmo, este esquema pode ser derivado em três diferentes tipos, de acordo com a topologia adotada para os condutores de neutro e aterramento: TN-C, TN-S e TN-C-S.

- Esquema TN-C: Neste esquema, os condutores de neutro e proteção são combinados em um único condutor, em toda a totalidade do esquema, conforme pode ser observado abaixo:

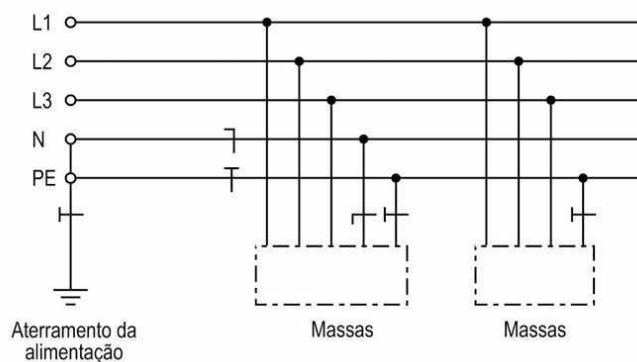
Figura 8 – Esquema TN-C



Fonte: NBR5410:2004.

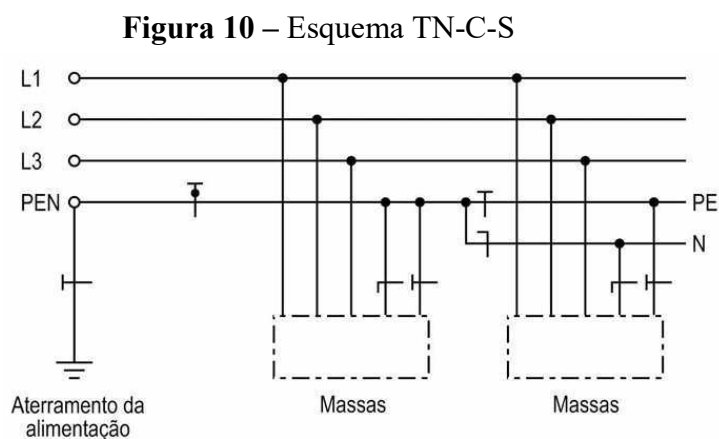
- Esquema TN-S: Diferentemente do esquema anterior, este possui na totalidade do esquema, condutores distintos para o neutro e proteção. Podemos observar essa topologia na ilustração a seguir.

Figura 9 – Esquema TN-S



Fonte: NBR5410:2004.

- Esquema TN-C-S: O presente esquema, por sua vez, representa um misto dos dois esquemas anteriormente ilustrados. Os condutores de neutro e proteção são combinados em um único condutor em parte da instalação onde posteriormente são separados e cada um deles passam a possuírem condutores específicos, conforme ilustrado abaixo:



FONTE: NBR5410:2004.

Os esquemas ilustrados representam aqueles que são mais usuais nas instalações elétricas de residências e também comércios.

2.6 INSPEÇÃO VISUAL

A inspeção visual em instalações elétricas pode ser considerada uma das primeiras linhas de identificação dos riscos iminentes ao uso da eletricidade. A realização desta prática, se feita por um agente qualificado, possibilita realizar a identificação de problemas na instalação, como más conexões de condutores e superaquecimento, antes que esses defeitos se tornem críticos. A partir disso, pode-se garantir que as instalações elétricas atendam às exigências legais e normativas, garantindo por consequência que as mesmas operem de maneira segura e confiável.

Conforme indica a NBR5410:2004, a inspeção visual deve preceder os ensaios na instalação bem como a operação da mesma, sendo assim, a norma sugere que antes que se realize energização para verificação de sua funcionalidade, seja realizado por meio da inspeção visual, a verificação dos requisitos mínimos apontados no item 7.2.3 da norma em questão, listados abaixo:

a) Medidas de proteção contra choques elétricos: A composição deste item se dá a partir de três diferentes níveis de proteções: proteção básica, supletiva e adicional. De acordo com a NBR5410:2004 no item 3.2.2, a proteção básica é o meio que destina-se a impedir contato direto com partes vivas perigosas em condições normais. É exemplo de proteção básica as barreiras e invólucros isolantes. A proteção supletiva, relatada no item 3.2.3 da norma, destina-se a suprir a proteção contra choques elétricos quando as massas de equipamentos são indevidamente energizadas. Essa proteção é realizada, de maneira usual, por meio de condutores de aterramento presente na instalação. A proteção adicional, por sua vez, destina-se a complementar a proteção contra choques elétricos quando as proteções anteriormente citadas apresentarem falhas. Esta proteção pode ser realizada por meio de equipotencializações suplementares e/ou inserções de dispositivos destinados a proteção em questão, a exemplo do dispositivo diferencial residual (DR). No entanto, segundo o item 5.1.3.2.1.2, a inserção deste dispositivo não é considerada uma proteção completa e não dispensa, em absoluto, o emprego das medidas básicas e supletivas.

b) Medidas de proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos: De acordo com o item 5.3.1.1, a proteção em questão pode ser realizada a partir de um ou mais dispositivos de seccionamento automático. Existem dispositivos capazes de prover as proteções de sobrecargas e curto-circuito individualmente, ou ainda, prover a proteção simultânea em um único dispositivo, a exemplo do disjuntor termomagnético, usualmente utilizado para prover a proteção em questão em residências e comércios de baixa tensão.

c) Execução das conexões: As conexões elétricas realizadas são aspectos cruciais em quaisquer que sejam as instalações, pois as mesmas garantem a continuidade elétrica bem como a eficiência do sistema. Quando realizadas de maneiras adequadas, seja entre condutores ou entre condutores e equipamentos, minimizam a probabilidade de falhas, evitando por exemplo, o risco de incêndios devido más práticas. Este ponto se faz presente no item 6.2.8.1 da NBR5410:2004.

d) Identificação dos componentes e placa de acessibilidade: A adequada presença dos componentes que compõem este item são pontos cruciais para assegurar que todos os usuários, inclusive os que não possuem familiaridade com os componentes presentes na instalação elétrica, possam interagir com o sistema de forma eficaz e também segura.

e) Acessibilidade: Realizar a instalação de equipamentos, especificamente o quadro de distribuição de circuitos, em locais de fácil acesso possibilita que usuários e profissionais da área elétrica consigam realizar intervenções e/ou manutenções de

maneira rápida e eficaz. É crucial também no quesito segurança, uma vez que facilita o acesso em situações de emergência, viabilizando realizar a desenergização rapidamente para evitar riscos elétricos.

f) Medidas de proteção contra surtos elétricos: A presença do DPS na instalação elétrica é crucial, principalmente, para evitar danificação de equipamentos sensíveis como eletrodomésticos, computadores e sistemas de comunicação, além de prevenir incêndios quando submetidos a sobretensões impostas por descargas atmosféricas ou manobras na rede elétrica. O item 2.5.3 deste trabalho detalha os requisitos presentes na norma técnica NBR5410:2004.

3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, utilizou-se do método de inspeção visual, sendo analisada as instalações elétricas de residências e comércios escolhidos para desenvolver os estudos de casos. Para a escolha dos imóveis, buscou-se selecionar aqueles que passaram recentemente por reforma ou ampliação de suas cargas.

Inicialmente foram realizadas revisões bibliográficas sobre o tema a ser abordado neste trabalho, sobretudo as normas técnicas e de segurança (NBR5410:2004 e NR10), observando quais os itens e subitens referem-se a temática tratada no mesmo, procurando suprimir os pontos que mais ocasionam acidentes aos usuários que interagem direta ou indiretamente com a energia elétrica.

Precedendo a etapa de realizar as inspeções visuais nos locais definidos e tomando como base a norma técnica NBR5410:2004, foi elaborado um *checklist* contendo todos os pontos que, durante a inspeção visual, seriam observados e confrontados com a real situação das instalações, afim de averiguar a conformidade ou não conformidade das mesmas com a norma anteriormente citada. Os pontos analisados bem como os respectivos itens e subitens referentes a norma podem ser observados na Tabela 1, a seguir, que corresponde ao *checklist* citado.

Foi realizada, posteriormente, vistoria *in loco* a seis residências e quatro comércios distintos, com a autorização e acompanhamento de responsáveis, realizando a verificação dos itens pré-definidos e registrando a presente situação das instalações através de fotografias. Tendo posse das informações necessárias para a análise, buscou-se sintetizá-las no *checklist*.

Por fim, foi realizado planos de ações respectivos a cada um dos itens analisados, listando as possíveis correções a serem realizadas, conforme podemos observar na seguinte tabela.

Tabela 1 – Checklist para inspeção das instalações.

Análise de conformidade de instalações elétricas					
Requisitos		Item da norma NBR5410:2004	Situação		
			Conforme	Parcialmente conforme	Não conforme
Medidas de proteção contra choques elétricos	Presença de proteção básica.	5.1.2.2.1			
	Presença de proteção supletiva.	5.1.2.2.2			
	Presença de proteção adicional.	5.1.3.2.2			
Medidas de proteção contra sobrecorrentes	Presença de proteção contra sobrecargas.	5.3.1.1			
	Presença de proteção contra curto-circuito.				
Medidas de proteção contra surtos elétricos	Presença do dispositivo contra surtos.	6.3.5.2.1			
Execução das conexões	Presença de continuidade elétrica durável.	6.2.8.1			
Identificação dos componentes	Presença de identificação visual dos circuitos.	6.1.5.1			
Placa de advertência	Presença de placa de advertência.	6.5.4.10			
Acessibilidade	Instalação do QDC em local de fácil acesso.	6.5.4.8			
Divisão de circuitos	Presença de circuitos independentes: $I_n > 10A$.	9.5.3.1			
	Circ. Independentes: cozinhas, área de serviço, etc.	9.5.3.2			
	Circ. Independentes: iluminação e tomadas.	4.2.5.5			

Fonte: Autoria própria, 2024.

Além da inspeções visuais, foi realizado também um questionário afim de complementar o estudo, uma vez que, devido o curto período para realização do trabalho, não se tornou possível realizar a vistoria em uma quantidade maior de unidades, dessa maneira, o questionário foi compartilhado pra uma quantidade considerável de pessoas, todos residentes no município. O questionário limitou-se apenas a informações mais gerais sobre as instalações elétricas, como presença de proteção básica, supletiva e adicional, presença dos dispositivos de proteção (Disjuntor, DR, DPS) no QDC, acessibilidade e presença de sinalizações visuais.

4 ESTUDO DE CASOS

Realizou-se a vistoria em 10 (dez) unidades, sendo 06 (seis) unidades residenciais e 04 (quatro) unidades comerciais, no município de São Vicente do Seridó. Na oportunidade, foram inspecionadas e verificadas por meio do *checklist* as presentes situações das instalações elétricas de cada uma das unidades individualmente. Nessas unidades, foi possível observar a presença de inconformidades com os itens proposto na norma de técnica NBR5410:2004, devido falta de manutenção, má instalação, ausência de dispositivos, entre outros fatores que acabam expondo os usuários da eletricidade a seus risco iminente. Nos capítulos posteriores serão explanadas as principais inconformidades encontradas, bem como as respectivas recomendações necessárias para esquivar-se das mesmas.

4.1 MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

4.1.1 PROTEÇÃO BÁSICA

Realizou-se, em todas as unidades, uma inspeção completa na instalação elétrica, enfocando especificamente na proteção básica. A tabela 2, a seguir, sintetiza as unidades e os seus respectivos estados de conformidade com o requisito em questão, conforme sintetizado na tabela seguinte.

Tabela 2 – Análise de conformidade: Proteção básica.

Requisito: Proteção básica.			
	Conforme	Parcialmente conforme	Não conforme
R01	X		
R02	X		
R03	X		
R04	X		
R05	X		
R06		X	
C01	X		
C02	X		
C03	X		
C04	X		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Na tabela, R0X representa as unidades residenciais inspecionadas, C0X, por sua vez, representa as unidades comerciais.

Inconformidade diagnosticada na unidade R06:

1. Constatou-se a presença de condutores energizados expostos devido à ausência de invólucros de isolamento em uma das tomadas, conforme ilustra figura 7, abaixo. Outras, ainda, apresentaram folgas mecânicas que podem facilitar a danificação do material de isolamento e expor o usuário a contato direto com a eletricidade.

Figura 11 – Ausência de invólucros isolantes.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Recomendações: Conforme determina a NBR5410:2001, no item 5.1.2.2.1, “a *precondição de proteção básica deve ser assegurada por isolamento das partes vivas e/ou pelo uso de barreiras ou invólucros*”, neste caso, recomenda-se que seja realizado a inserção de barreiras de isolamento, assegurando que as partes energizadas não sejam acessíveis. Recomenda-se, ainda, realizar reparos e/ou troca das tomadas que apresentam deficiências, a exemplo das folgas mecânicas, anteriormente citado.

4.1.2 PROTEÇÃO SUPLETIVA

Buscou-se constatar, mediante este item, a presença dos condutores de equipotencialização na instalação, onde foi observado a seguinte características:

- Em todas as unidades o sistema de aterramento presente são do tipo TN-S em toda a instalação, tendo presente um único eletrodo de aterramento que coincide com o que é também utilizado pela concessionária local.

A partir da inspeção, verificou-se que algumas das unidades possuem inconformidades, conforme ilustra a tabela a seguir:

Tabela 3 – Análise de conformidade: Proteção supletiva.

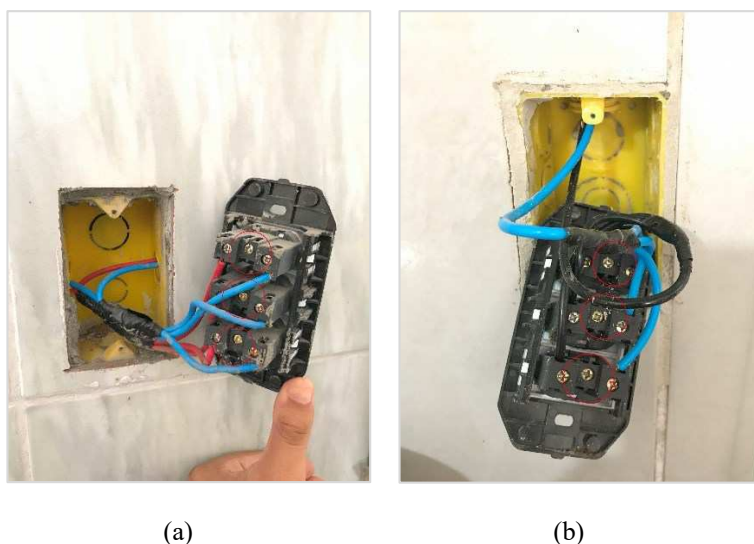
Requisito: Proteção supletiva.			
	Conforme	Parcialmente conforme	Não conforme
R01	X		
R02		X	
R03	X		
R04	X		
R05	X		
R06		X	
C01	X		
C02	X		
C03	X		
C04	X		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Inconformidade diagnosticada nas unidades listadas acima:

1. Mediante a verificação de alguns circuitos terminais, constatou-se a ausência de condutores de proteção/equipotencialização (condutor de aterramento), conforme pode ser observado a seguir:

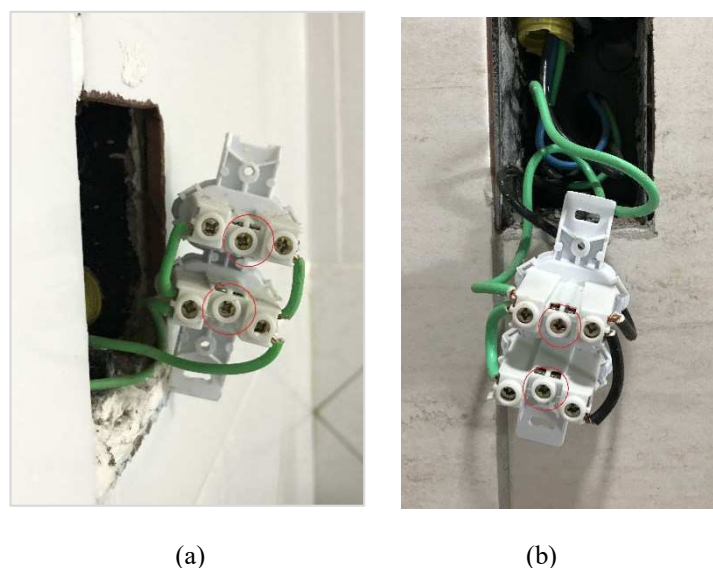
Figura 12 – Ausência de condutor de proteção/equipotencialização, R02.



Fonte: Autoria própria, 2024.

As figuras ilustradas acima foram registradas no momento da inspeção na unidade R02.

Figura 13 – Ausência de condutor de proteção/equipotencialização, R06.



Fonte: Autoria própria, 2024.

As figuras ilustradas acima foram registradas no momento da inspeção na unidade R06.

Recomendações: De acordo com os itens 5.1.2.2.3.1 e 5.1.2.2.3.6 da norma NBR5410:2004, respectivamente, *todas as massas de uma instalação devem estar ligadas a condutores de proteção e, todo circuito deve dispor de condutor de proteção,*

em toda sua extensão, portanto, recomenda-se de início que seja realizada a verificação da presente situação do sistema de aterramento afim de assegurar que todos os condutores de proteção estejam em boas condições de operação e corretamente conectados. Dessa maneira, conclui-se a adequação ao presente item realizando as devida conexões dos condutores de aterramento aos circuito terminais que possuem a ausência deste.

4.1.3 PROTEÇÃO ADICIONAL

Para a verificação deste item fora analisado, no momento da inspeção, a presença do dispositivo a corrente diferencial residual (IDR) nos quadros de distribuição de circuitos das unidades, como elemento equivalente a proteção adicional. A sintetização das análises, por unidade, pode ser observada na tabela a seguinte.

Tabela 4 – Análise de conformidade: Proteção adicional.

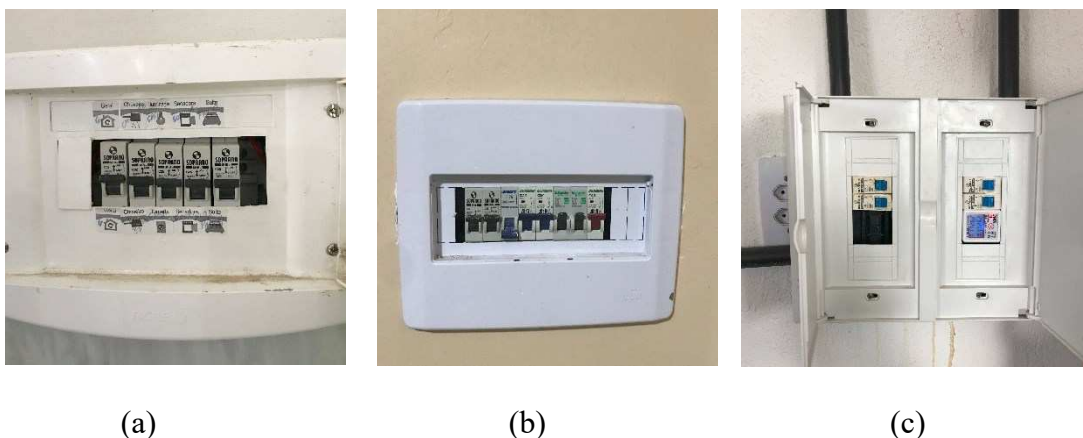
Requisito: Proteção adicional.			
	Conforme	Parcialmente conforme	Não conforme
R01	X		
R02			X
R03			X
R04	X		
R05	X		
R06			X
C01			X
C02			X
C03			X
C04			X

Fonte: Autoria própria, 2024.

Inconformidades diagnosticadas:

1. Verificou-se, a partir da inspeção visual realizada no quadro de distribuição de circuitos (QDC) das unidades, a ausência dos dispositivos a corrente diferencial residual.

Figura 14 – Análise de conformidade: Proteção adicional.



Fonte: Autoria própria, 2024.

As figuras 10 (a), (b) e (c), foram registradas, respectivamente, nas unidades R02, R03, C02.

Recomendações: O *item 4.5.1* deste trabalho explicitou, de acordo com a norma base para o desenvolvimento do mesmo, os casos onde o uso do dispositivo diferencial-residual torna-se obrigatório, de acordo com o local de instalação dos circuitos terminais. Portanto, recomenda-se que seja realizada a instalação destes dispositivos nos quadros de distribuição, de acordo com o circuito, observando a suas respectivas funcionalidades e localidades. Pode-se ainda, também tomando como base a NBR5410:2004, especificamente o item 5.1.3.2.2 no item 5 da NOTA, fazer a divisão dos circuitos por grupos e realizar a instalação de apenas um dispositivo diferencial-residual para todos eles. A segunda alternativa, além de possuir uma eficiência equivalente, resulta em uma melhor relação custo-benefício.

4.2 MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES

As medidas de proteção contra sobrecorrentes podem ser providas a partir da utilização de diferentes dispositivos, conforme observado no item 4.6 deste trabalho. Para a verificação da conformidade dessas medidas, nas unidades em estudo, buscou-se checar a presença dos disjuntores termomagnéticos nos quadro de distribuição, uma vez que esse dispositivo é o mais usual para prover a proteção em questão, em residências e comércios. Dessa maneira, analisou-se a presença de divisão dos circuitos de acordo com suas respectivas utilizações, bem como a presença de proteção por disjuntores

termomagnéticos em cada um deles, de acordo com a NBR5410:2004. A partir da análise, levantou-se o seguinte quadro resumo de conformidade:

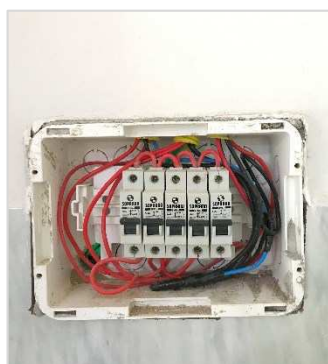
Tabela 5 - Análise de conformidade: Divisão de circuitos e disjuntor termomagnético.

Requisito: Divisão de circuitos e disjuntor termomagnético			
	Conforme	Parcialmente conforme	Não conforme
R01	X		
R02		X	
R03	X		
R04	X		
R05		X	
R06			X
C01			X
C02			X
C03	X		
C04	X		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Durante a inspeção, registrou-se a presente situação da instalação. As ilustrações posteriores, por sua vez, estão associadas as unidades que apresentaram inconformidades com o item em análise.

Figura 15 – Quadro de distribuição de circuitos das unidades R02, R05 e R06, respectivamente.



(a)



(b)



(c)

Fonte: Autoria própria, 2024.

Inconformidades diagnosticadas:

Considerou-se para a unidade R02 que, no item em avaliação, a mesma encontra-se parcialmente conforme pois, durante a inspeção, identificou-se que um dos chuveiros elétricos presente na unidade não possui circuito individualizado. A separação do circuito para esse tipo de carga se faz necessário, levando em consideração sua potência, segundo a norma.

Para unidade R05, ilustrada pela figura 11 (b), pôde-se observar a ausência de um disjuntor geral em seu quadro de distribuição de circuitos. O seccionamento geral presente é realizado manualmente a partir do dispositivo diferencial-residual, porém, em casos de curto-circuito ou sobrecorrentes esse dispositivo não irá realizar atuação automática, uma vez que o mesmo não é projetado para identificar tais proteções.

A unidade R06, por sua vez, não possui um quadro de distribuição de circuitos, valendo-se apenas de um disjuntor termomagnético para toda a instalação.

A presente situação do quadro de distribuição da unidade C02 pode ser observada na figura 10 (c), anteriormente ilustrada. A unidade em questão possui alimentação trifásica, portanto pode-se observar, a partir da ilustração, que a mesma possui apenas disjuntores gerais em cada uma de suas fases para toda a instalação e um disjuntor para a câmara de resfriamento, carga presente na unidade.

A unidade C01, possui condições semelhante a unidade C02.

Recomendações: O item 9.5.3.1 da NBR5410:2004 explicita a seguinte condição: *Todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo, equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente.* Verifica-se, dessa maneira, a necessidade da inserção de um disjuntor termomagnético para a carga previamente citada. Observando ainda este item e, acrescentando os itens 4.2.5.5 e 9.5.3.2 ainda da NBR5410:2004, para as unidades R06, C01 e C02, sugere-se que seja realizado a separação dos circuitos de acordo com suas respectivas utilizações.

Conforme determina o item 9.5.4 na norma em questão, *todo circuito terminal deve ser protegido contra sobrecorrentes por dispositivo que assegure o seccionamento de todos os condutores.* Portanto, neste caso, considera-se a necessidade da introdução do disjuntor termomagnético para realizar a proteção de todos os circuitos simultaneamente. Para fins de dimensionamento do dispositivo, deve-se observar a carga nominal já presente na instalação bem como os itens propostos pela norma técnica.

4.3 MEDIDA DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS ELÉTRICOS

Para verificação deste item, observou-se a presença do dispositivo de proteção contra surtos elétricos nos quadros de distribuição das unidades em estudo, pode-se observar a sintetização da análise na tabela posterior.

Tabela 6 – Análise de conformidade: Proteção contra surtos elétricos.

Requisito: Proteção contra surtos.			
	Conforme	Parcialmente conforme	Não conforme
R01			X
R02			X
R03			X
R04			X
R05			X
R06			X
C01			X
C02			X
C03			X
C04			X

Fonte: Autoria própria, 2024.

Inconformidade diagnosticada:

Conforme pode ser observado na tabela acima, nenhuma das unidades inspecionadas possuem o dispositivo em questão.

Recomendações: Diante do observado no item 4.5.3 deste trabalho, sugere-se que seja considerado a inserção de ao menos um desse dispositivo na instalação.

4.4 EXECUÇÃO DAS CONEXÕES

No quadro de distribuição de circuitos como também nas tomadas presentes nas unidades foram inspecionadas as conexões entre condutores entre si e também com outros componentes da instalação. Podemos observar a presente situação das instalações conforme este item na tabela posterior.

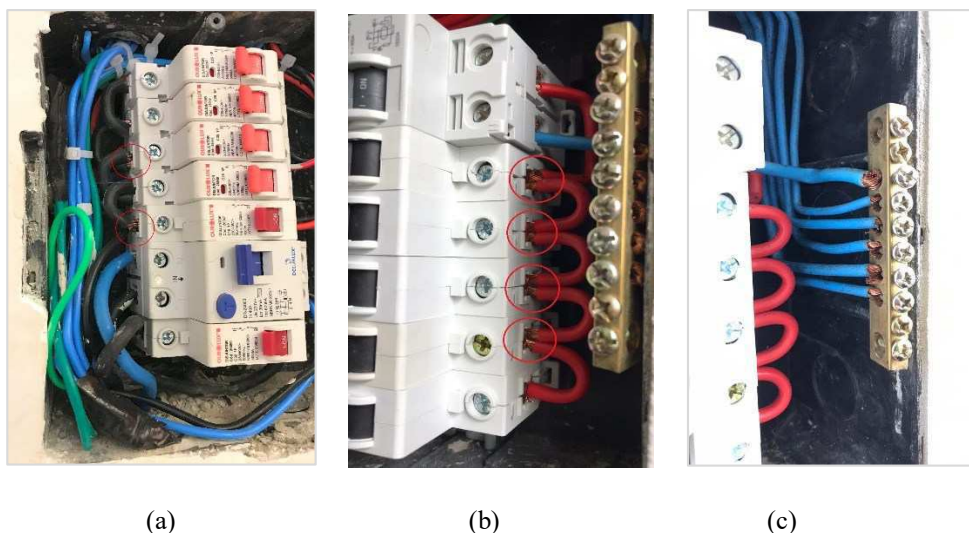
Tabela 7 – Análise de conformidade: Conexões.

Requisito: Conexões.			
	Conforme	Parcialmente conforme	Não conforme
R01		X	
R02		X	
R03		X	
R04	X		
R05		X	
R06		X	
C01	X		
C02	X		
C03	X		
C04	X		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Inconformidades diagnosticadas:

Nos quadro de distribuição de circuitos pode-se observar que as conexões não apresentam uma adequada isolamento e conexão durável realizada entre os componentes.

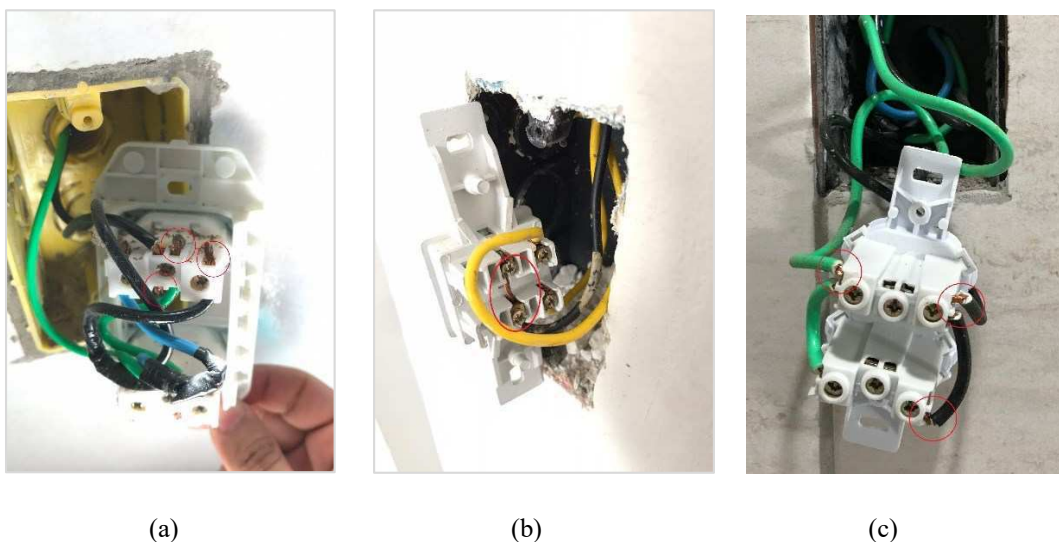
Figura 16 – Análise de conformidade: Conexões dos QDC.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Recomendações: De acordo com o item 6.2.8.1 da NBR5410:2004, *as conexões de condutores entre si e com outros componentes da instalação devem garantir continuidade elétrica durável, adequada suportabilidade mecânica e adequada proteção mecânica.* Nesses casos, sugere-se que as conexões entre os dispositivos sejam realizados

a partir de barramentos do tipo pente, uma vez que o mesmo possibilita uma melhor organização do QDC facilitando a identificação para fins de manutenção, como também minimiza os riscos de folgas nas conexões realizadas, garantindo dessa maneira, uma melhor continuidade elétrica. Para as conexões realizadas entre condutores e equipamentos, sugere-se que seja utilizado conectores específicos, como por exemplo os conectores tipo tubular, afim de garantir também uma boa conexão elétrica entre esses elementos.

Figura 17 – Análise de conformidade: Conexões das tomadas.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Inconformidades diagnosticadas nas tomadas:

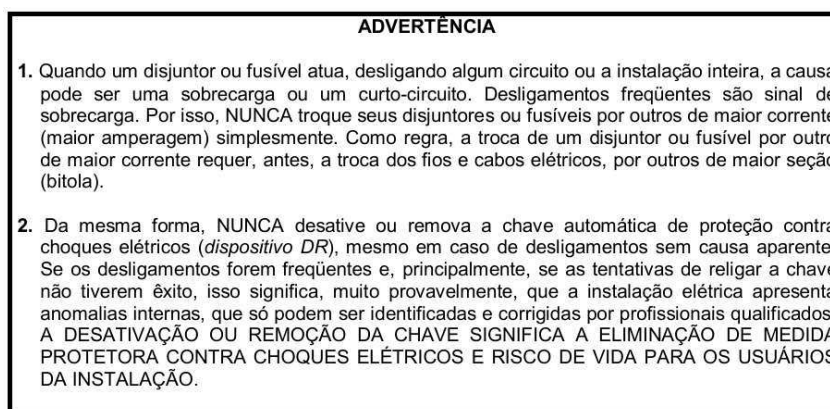
Analogamente ao encontrado nos quadros de distribuição de circuitos, as conexões das tomadas também não apresentam uma conexão elétrica durável, além disso, algumas delas possuem erros técnicos de instalação, conforme indica as figuras 13 (a) e (b), sendo evidenciado excesso de material condutivo nas conexões e interligações entre dois bornes distintos sem uma devida isolação. Vale observar que, no momento da abertura dos invólucros das tomadas, na ocasião da inspeção, algumas das tomada desconectaram facilmente, confirmando dessa maneira, uma falha técnica.

Recomendações: Recomenda-se, neste caso, que seja feita as conexões dos condutores utilizando conectores do tipo tubular de maneira adequada, e que se realize a conexão dos mesmos nos terminais da tomada de maneira a garantir que não apresente folgas mecânicas.

4.5 IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES E PLACA DE ADVERTÊNCIA

Nos quadros de distribuição de circuitos foram observados a presença de identificações visuais como etiquetas e placa de advertência, ambos requisitos obrigatórios, indicados nos itens 6.1.5.1 e 6.5.4.10, respectivamente. A NBR5410:2004 sugere que a placa de advertência possua características semelhantes a ilustrada a seguir:

Figura 18 – Placa de advertência sugerida pela norma.



Fonte: NBR5410:2004

Inconformidades encontradas:

Alguns dos quadros de distribuição presentes não possuem quaisquer identificação, outros, por sua vez, possui apenas identificação de circuitos, não possuindo a placa de advertência, as unidades que apresentam a segunda característica são as apresentadas como parcialmente conforme na tabela mostrada a seguir.

Tabela 8 – Análise de conformidade: Identificação e advertência.

Requisito: Identificação e advertência			
	Conforme	Parcialmente conforme	Não conforme
R01			X
R02	X		
R03			X
R04		X	
R05			X
R06			X
C01			X
C02			X
C03			X
C04			X

Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 19 – Quadro de distribuição de circuitos da unidade R04.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Recomendações: No caso da unidade R04, sugere-se acrescentar a placa de advertência, conforme solicita a NBR5410:2004. Para os demais casos em inconformidade, além da placa de advertência, sugere-se que seja realizada as devidas identificações dos circuitos, possibilitando que, em caso de falhas, seja realizada de maneira rápida e eficaz, as devidas desenergização.

4.6 ACESSIBILIDADE DO QDC

De acordo com o item 6.5.4.8 da NBR5410:2004, *os conjuntos, em especial os quadros de distribuição, devem ser instalados em local de fácil acesso e ser providos de identificação do lado externo, legível e não facilmente removível*. Para a análise deste item, no momento da inspeção, observou-se a localidade onde o quadro de distribuição de circuitos (QDC) estão instalados, conforme sintetizado na seguinte tabela.

Tabela 9 – Análise de conformidade: Acessibilidade.

Requisito: Acessibilidade			
	Conforme	Parcialmente conforme	Não conforme
R01	X		
R02	X		
R03	X		
R04		X	
R05	X		
R06	X		
C01	X		
C02	X		
C03	X		
C04	X		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Inconformidade diagnosticada:

Todas as unidades, conforme pode ser observado na tabela, possuem conformidade com o item em questão, exceto a unidade R04, onde fora observado que o seu QDC está instalado no interior de um pequeno quarto que possui porta com fechadura.

Recomendação: A sugestão técnica para esse caso seria realizar a mudança do quadro para um local onde não exista a possibilidade que o mesmo fique inacessível, conforme sugere a norma. No entanto, constatou-se que havia sido realizado a adequação do quadro recentemente, o que indica investimento por parte do proprietário, inviabilizando, de início, essa mudança. Sugere-se portanto, neste caso, que seja assegurado que a porta do cômodo não seja trancada a chave, uma vez que determinada ação pode tornar o acesso ao mesmo dificultado.

4.7 QUESTIONÁRIO

O desenvolvimento do questionário objetivou-se a complementar os dados e resultados observados anteriormente, uma vez que, a realização da inspeção visual em maior quantidade de unidades não tornou-se possível.

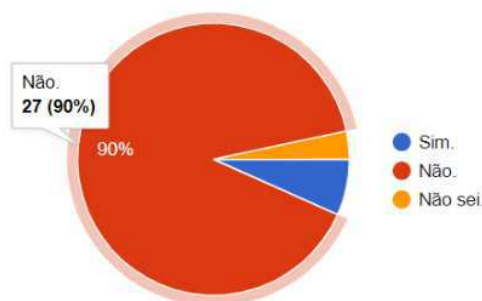
O questionário em questão foi disposto de questões que abordaram temas como:

- Condições gerais da instalação.
- Utilização de equipamentos de proteção na instalação.
- Frequência de manutenção.

O questionário foi aplicado a residentes do município de São Vicente do Seridó de maneira online e com pessoas diretamente solicitadas, garantindo dessa maneira que os resultados obtidos sejam condizentes com a realidade das instalações. As amostras obtidas representam residências que passaram recentemente por construção ou reformas, e também pessoas que possuem tendências a adquirir novos equipamentos elétricos, o que implica em uma necessária adequação das instalações devido a inserção de novas cargas. Foram entrevistadas um total de 30 (trinta) pessoas que correspondem a 30 unidades consumidoras. Mediante os dados obtidos, realizou-se, então, a análise das informações de maneira estatística de tal forma que possibilitou observar inconformidades recorrentes nas instalações elétricas em questão, conforme sintetizado nos pontos a seguir.

1. Unidades que possuem documentação técnica (projeto elétrico, diagramas ou certificados):

Figura 20 – Unidades que possuem documentação técnica.



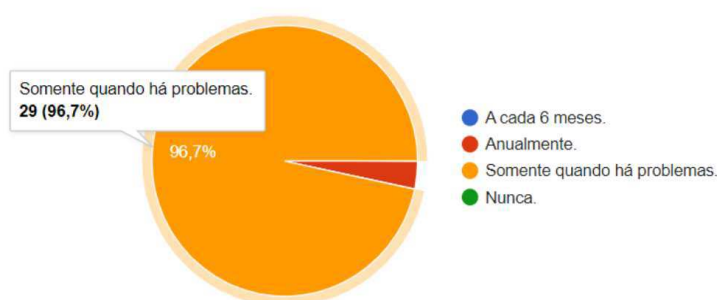
Fonte: Autoria própria, 2024.

Podemos notar, a partir das informações mostrada na figura acima, a presente tendência em se realizar a instalação elétrica das residências sem a concepção de projetos elétricos adequados, valendo-se apenas da experiência de técnicos ou eletricitistas. No

entanto, é comum que tais profissionais não considerem aspectos primordiais como dimensionamento de condutores, carga elétrica adequada, bem como a necessidade dos equipamentos de proteção. Tais aspectos resultam em má operação da instalação elétrica, ocasionando, em muitos casos, situações indesejadas como sobrecargas, choques elétricos, curtos circuitos e até mesmo incêndios.

2. Frequência que se realiza revisões e reparos na instalação elétrica:

Figura 21 – Frequência que se realiza revisões na instalação elétrica das unidades.

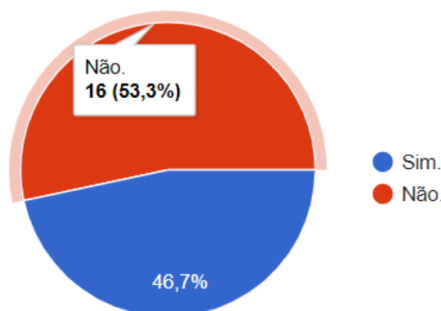


Fonte: Autoria própria, 2024.

A partir do exposto, nota-se propensão dos usuários em realizar revisões e reparos na instalação elétrica de suas residências somente quando a mesma apresenta defeitos. No entanto, os equipamentos presentes na instalação podem, ao longo do tempo, apresentarem falhas que comprometem não somente o fornecimento de energia elétrica mas, fator mais importante a ser considerado: a segurança. Realizando as devidas revisões e possíveis reparos com frequência, torna-se possível a identificação de problemas como condutores danificados e conexões soltas, antes que esses defeitos tornem-se mais graves.

3. Presença de quadro de distribuição de circuitos:

Figura 22 – Presença de quadro de distribuição de circuitos nas unidades.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Das trinta unidades onde realizaram-se a pesquisa, dezesseis delas não possui um quadro de distribuição de circuitos, conforme pode ser observado na figura acima. A ausência do quadro de distribuição de circuitos pode colocar as instalações em riscos como sobrecargas.

Aproveitando o ensejo, buscou-se saber, das unidades que possuem o quadro de distribuição de circuitos, outros aspectos que influem na segurança elétrica como: presença da divisão de circuitos de acordo com sua funcionalidade, presença de dispositivos de proteção (IDR e DPS), identificação visual dos equipamentos e localidade de fácil acesso do mesmo. Todas as 14 unidades, de acordo com as informações fornecidas, possuem seu quadro de distribuição de circuitos em um local de fácil acesso. Dessas, apenas 2 (dois) não possuem circuitos separados de acordo com as suas funcionalidades, o que implica um mau dimensionamento previamente realizado à sua instalação. Ainda, metade deles, totalizando 7 (sete), não possuem placas de advertências e/ou identificações visuais dos equipamentos.

O fator mais crítico observado mediante análise foi a ausência dos dispositivos de proteção, seja contra choques elétricos (IDR) ou dispositivos contra surtos elétricos (DPS). Das 14 unidades, apenas 3 possuem IDR e 2 com o DPS instalados em seu quadro de distribuição de circuitos. De maneira geral, 27 das unidades não dispõem do dispositivo de proteção contra choque elétricos e 28 não possuem o dispositivo de proteção contra surtos elétricos.

A partir de todos esses aspectos observados, deve-se então, para também tornar essas unidades em conformidade com as normas, visando melhor eficiência e segurança, seguir todos as recomendações realizadas nos capítulos anteriores deste trabalho.

5 CONCLUSÃO

Mediante o desenvolvimento deste trabalho, pôde-se revelar as principais inconformidades encontradas nas instalações elétricas das residências e comércios visualmente inspecionados, à luz da norma técnica NBR5410:2004. Em decorrência dos cenários observados, realizou-se recomendações técnicas afim de atender os critérios de conformidade das instalações elétricas das unidades com a norma técnica utilizada como fonte base neste estudo.

As análises realizadas por meio das inspeções visuais e também dos dados obtidos a partir do questionário, revelam uma significativa lacuna no tocante segurança elétrica e conformidade com normas técnicas. Esses fatores podem ser atribuídos, na maioria dos casos, a falta de informação e conhecimento por parte dos usuários. Além disso, observou-se que algumas das inconformidades foram ocasionadas pelos profissionais responsáveis pela instalação elétrica das unidades, realizando, principalmente, conexões de maneira indevidas que contribuem para o mau funcionamento da instalação. Estes, por possuírem conhecimento técnico devem, por sua vez, buscar realizar as instalações de maneira a oferecer o menor risco possível, além de proporcionar a conscientização da importância dos equipamentos de proteção necessários a serem instalados. Portanto, para transformar esse cenário, faz-se necessário a promoção da conscientização a respeito da importância da conformidade das instalações com as normas técnicas bem como o incentivo à instalação adequada dos componentes, proporcionando dessa maneira um ambiente mais eficiente e seguro. A implantação dessas medidas é primordial para a proteção da vida e também do patrimônio, não somente da comunidade em estudo, mas também de todas as outras que encontrem-se em situações técnicas semelhante a estas.

Conjuntamente com os resultados obtidos, serão divulgados aos proprietários das unidades para que tenham conhecimento das inconformidades apontadas e possam realizar as correções necessárias. Posteriormente a isso, pode-se afirmar que este trabalho alcançou os objetivos inicialmente propostos.

Para estudos futuros, sugere-se que seja realizado o projeto elétrico das unidades enfocando uma análise mais específica, como por exemplo o dimensionamento de condutores e equipamentos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. (Brasil). **NBR5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora NR 10: Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade**. Brasília, 2023.

MARTINHO, Edson. DE SOUZA, Danilo Ferreira; MARTINHO, Meire Biudes; MARTINS JR. Walter Aguiar. MORITA, Lia Hanna Martins; MAIONCHI, Daniela de Oliveira (Org.). **Anuário Estatístico De Acidentes De Origem Elétrica 2024 – Ano base 2023**. Salto-SP: Abracopel, 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2020.

MORAIS, Rodrigo Fernandes. **A natureza da eletricidade (Uma breve história)**. Rio de Janeiro – RJ, 2014.

BECKER, Keli Batista. **Entendendo o mecanismo de lesão por choque elétrico: Perspectivas e intervenções fisioterapêuticas**. Santa Catarina – SC, 2024.

FERNANDES, Luiz Paulo de F. **Interruptor diferencial residual: principais características**. Paranaíba – PR, 2024.

International Electrotechnical Commission - IEC. **Efeitos do choque elétrico no corpo humano e em animais**. IEC 60479-1:2018

LOPES, Ezequias Ramos. **Importância Dos Dispositivos De Proteção Do Circuito Elétrico Residencial**. Anhanguera, 2022.

ABB. (2024). **Dispositivos de segurança elétrica**. ABB. Disponível em: [https://loja.br.abb.com/blog/post/dispositivos-de-seguranca-eletrica]

DE SOUZA, Danielo Ferreira; AGUIAR, Walter; VIEIRA, Ygor Rodrigues dos Santos (Org.). **Como funciona o DR**. Abracopel, 2020. Disponível https://abracopel.org/download/como-funciona-o-dr/. Acesso em: 22 jul. 2022.

ENGESHALL. *Engeshall*. Disponível em: <https://www.youtube.com/@engeshallcursos>. Acesso em: 24 set. 2024.