



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**HELIABE ARAÚJO DINIZ CHAVES
MATEUS EMANUEL MENDES PAIVA**

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SEGURANÇA EM LOCAIS DE AFLUÊNCIA DE
PÚBLICO**

**PALMAS/TO
2023**

**HELIABE ARAÚJO DINIZ CHAVES
MATEUS EMANUEL MENDES PAIVA**

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SEGURANÇA EM LOCAIS DE AFLUÊNCIA DE
PÚBLICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência à obtenção do Título de Bacharel do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal do Tocantins, *Campus* Palmas.

Orientador: Mestre, Wellington Dias da Silva
Coorientador: Mestre, Celivan Ferreira Vieira

**PALMAS/TO
2023**

HELIABE ARAÚJO DINIZ CHAVES
MATEUS EMANUEL MENDES PAIVA

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SEGURANÇA EM LOCAIS DE AFLUÊNCIA DE
PÚBLICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência à obtenção do Título de Bacharel do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal do Tocantins, *Campus Palmas*.

Aprovado em: 08/12/2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **WELLINGTON DIAS DA SILVA**
Data: 26/01/2024 11:19:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

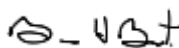
Mestre, Wellington Dias da Silva
Orientador
IFTO – *CAMPUS PALMAS*



Mestre, Celivan Ferreira Vieira
Coorientador
IFTO – *CAMPUS PALMAS*

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO MARCELINO DA SILVA FILHO**
Data: 26/01/2024 13:16:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Mestre, Antonio Marcelino da Silva Filho
IFTO – *CAMPUS PALMAS*



Doutor, Bruno Henrique Brito
IFTO – *CAMPUS PALMAS*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

- C512i Chaves, Heliabe Araújo Diniz
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SEGURANÇA EM LOCAIS DE
AFLUÊNCIA DE PÚBLICO / Heliabe Araújo Diniz Chaves, Mateus
Emanuel Mendes Paiva. – Palmas, TO, 2024.
52 p. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Palmas, Palmas, TO, 2024.
- Orientador: Me. Wellington Dias da Silva
Coorientador: Me. Celivan Ferreira Vieira
1. INTALAÇÕES ELETRICAS SEGURAS. 2. NBR13570. 3. PRAÇA
PUBLICA. I. Paiva, Mateus Emanuel Mendes. II. Silva, Wellington Dias da
III. Vieira, Celivan Ferreira. IV. Título.

CDD 621

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.
Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, EBENÉZER! Até este ponto, fomos conduzidos pelo Senhor. Embora não tenha sido uma fase fácil, queremos expressar nossa profunda gratidão aos colegas de curso que nos apoiaram, impulsionando-nos a alcançar esta etapa e a concluir este trabalho de conclusão. Não podemos deixar de reconhecer a importância dos nossos professores, sendo especial o agradecimento ao nosso orientador Mestre, Wellington Dias da Silva e ao nosso professor, Mestre Antônio Marcelino, cuja disponibilidade e amizade foram inestimáveis.

Enviamos um cordial abraço e nossa sincera gratidão às nossas famílias, pois o apoio e paciência foram alicerces fundamentais ao longo desta trajetória acadêmica. Cada membro de nossas famílias é amado de maneira única e especial.

Agradecemos a todos que, de alguma forma, contribuíram para o nosso sucesso. Esta conquista é celebrada com alegria e humildade, cientes de que é o resultado do esforço coletivo. Levaremos conosco não apenas o conhecimento adquirido, mas também as relações construídas ao longo dessa jornada.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se dedica a uma análise da Norma Técnica Brasileira 13570: Instalações Elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos. Além disso, nesse estudo, a Norma em questão terá a Feira do Bosque, localizada em Palmas - TO, como local de referência para sua aplicação. Dessa forma, possui objetivo de avaliar a conformidade das instalações elétricas da feira em relação à normativa. Para isso, a planta baixa do local foi avaliada, além da realização de inspeções na Feira, e verificação de vários pontos que não estão instalados conforme o padrão da Norma, ressaltando áreas que apresentam riscos potenciais, como: emenda nas conexões; materiais não certificados; equipamentos elétricos, que configuram risco, expostos de maneira acessível às pessoas. Com base nessas constatações, propostas de melhoria como: introdução de quadros elétricos individuais para cada barraca da feira e uso de materiais de qualidade e certificados, são fornecidas, a fim de fortalecer a segurança das instalações elétricas no local.

Palavras-chave: Segurança em instalações elétricas; Normas técnicas; Feira do Bosque; choque elétrico; instalações elétricas em locais de afluência de público.

ABSTRACT

This Course Completion Work (TCC) is dedicated to an analysis of Brazilian Technical Standard 13570: Electrical Installations in public places – Specific requirements. Furthermore, in this study, the Standard in question will have Feira do Bosque, located in Palmas - TO, as a reference location for its application. Therefore, its objective is to evaluate the conformity of the fair's electrical installations in relation to the Standard. To this end, the floor plan of the site was evaluated, in addition to carrying out inspections at the Fair, and checking several points that are not installed according to the regulatory standard, highlighting areas that present potential risks, such as: splices in connections; uncertified materials; electrical equipment, which poses a risk, exposed in a way that is accessible to people. Based on these findings, improvement proposals such as: introduction of individual electrical panels for each stall at the fair and use of quality and certified materials are provided, in order to strengthen the safety of electrical installations on site.

Keywords: Safety in electrical installations; Technical standards; Bosque Fair; electric Shock, electrical installations in public places.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Acidentes de origem elétrica 2022.	21
Figura 2 – Comparativo dos acidentes de origem elétrica 2022.	21
Figura 3 - Ranking nacional de taxa (mortes por milhão de habitantes) de mortes por choque elétrico por Estado 2022.	22
Figura 4 - Mortes por choque elétrico por local de ocorrência 2022.	23
Figura 5 - Representação da tensão de toque.	25
Figura 6 - Componentes internos do disjuntor.	29
Figura 7 - Esquema do disjuntor diferencial.	30
Figura 8 - Condição de falta para terra	30
Figura 9 - Curva tempo x corrente das reações fisiológicas dos seres humanos	31
Figura 10 – Emendas nas extensões.	40
Figura 11 - Uso de emendas nas conexões.	41
Figura 12 - Uso de extensões elétricas não embutidas expostas ao ambiente	41
Figura 13 - Detecção de pontos quentes nas extensões.	42
Figura 14 - Detecção de pontos quentes nos quadros de distribuição.	43
Figura 15 - Conexões inseridas diretamente nas tomadas de corrente.	44
Figura 16 - Tomada comprometida	44
Figura 17 – Planta Baixa da Praça do Bosque	46
Figura 18 – Legenda dos equipamentos elétricos Baixa da Praça do Bosque	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Influência da corrente.	26
Tabela 2 - Valores de K para condutores com isolação de PVC, EPR ou XLPE.....	43
Tabela 3 - Proposta de melhoria da segurança elétrica da Feira do Bosque	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
DR	Dispositivos de proteção diferencial-residual
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GD	Geração distribuída
IEC	Comissão Eletrotécnica Internacional
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Técnica Brasileira
NR	Norma Regulamentadora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	JUSTIFICATIVA.....	14
3	OBJETIVOS.....	16
3.1	Objetivo geral	16
3.2	Objetivos específicos	16
4	REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1	Histórico sobre a eletricidade.....	18
4.2	Segurança em instalações elétricas:.....	20
4.3	Problemas de instalações elétricas	24
4.4	Revisão das Normas	32
4.4.1	NBR 5410	33
4.4.2	NBR 13570	34
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
5.1	Análise da Planta do local	37
5.2	Inspeção visual.....	37
5.3	Análise da conformidade com as Normas: 13570 e 5410	38
6	RESULTADOS.....	40
6.1	Resultados da inspeção visual	40
6.2	Resultados da análise de conformidade com as Normas: 13570 e 5410	45
7	PROPOSTAS DE MELHORIAS.....	48
8	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS.....	51
	APÊNDICE A.....	53

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, as aplicações da eletricidade trouxeram inúmeros benefícios para a sociedade, assim, com o desenvolvimento cada vez maior de tecnologias e equipamentos à base de eletricidade, a demanda por essa fonte de energia apresenta um crescimento contínuo ao longo dos anos. Contudo, para usufruir de forma plena dessas vantagens e assegurar a integridade do sistema, é necessário garantir que uma instalação elétrica possua todos os requisitos de segurança e qualidade, parâmetros que, por vezes, não existem nas estruturas elétricas instaladas no Brasil.

A preservação da segurança nas instalações elétricas possui grande importância, pois é necessário proteger as pessoas contra os perigos elétricos que podem, não apenas causar danos a equipamentos e propriedades, como também, causar risco de vida. Em virtude dos perigos de uma instalação elétrica irregular ou fora dos padrões normativos, torna-se indispensável a implementação de medidas de segurança apropriadas para prevenir acidentes. As instalações elétricas em áreas com grande aglomeração, como praças e feiras de alimentação, necessitam de atenção especial. Isso se deve ao considerável fluxo de pessoas e ao grande número de equipamentos presentes. Assim, inspeções e manutenções periódicas são muito importantes, estão previstas nas normas, e possuem o objetivo de garantir a segurança elétrica do local.

(COTRIM, 2009, p.67) afirma que “o aumento substancial das aplicações e da utilização da energia elétrica nas últimas décadas levou pesquisadores de diversos países a realizar minuciosos estudos sobre os perigos que a corrente elétrica pode causar”. Com base nesse contexto, este trabalho propõe uma inspeção, e possível readequação, das instalações elétricas da Feira do Bosque, situada na cidade de Palmas - TO. Para tal, serão seguidos os parâmetros estabelecidos pela NBR 5410 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão) e pela NBR 13570 (Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público – Requisitos Específicos). Essas normativas proporcionam diretrizes essenciais de orientações que visam garantir uma boa e segura instalação.

Fica claro a importância do assunto, em virtude dos riscos para a segurança pessoal e patrimonial, além da prevenção contra acidentes e incêndios e uma melhor confiança na Infraestrutura elétrica. Assim, dentre outros itens, este trabalho procura alertar sobre a

relevância dessa temática, bem como, utilizar o exemplo da Feira do Bosque para avaliação se as instalações do local estão de acordo com as Normas previstas.

2 JUSTIFICATIVA

A Feira do Bosque, durante seu funcionamento, atrai um considerável número de pessoas, tanto visitantes, quanto comerciantes. Visto isso, foi realizado um estudo para verificação do real estado das instalações elétricas do local, e, constatado que o local apresenta falhas em relação às padronizações previstas na Norma específica para locais com elevado contingente de pessoas. Apesar de seu funcionamento restrito aos fins de semana, é importante destacar que os trabalhos existentes na feira são eventos regulares, que perduram ao longo de vários anos, assim, periodicamente devem ser feitas implementações de medidas de segurança elétrica para garantir o bem-estar do público.

Após a construção e o posterior crescimento da demanda elétrica e de equipamentos da Feira, a prefeitura de Palmas realizou melhorias nas instalações do local, incluindo a implementação de quadros compartilhados para melhorar a distribuição de energia para as barracas. Contudo, essas medidas, embora representassem avanços, não foram suficientes para garantir a segurança adequada.

Nesse contexto, a NBR 5410 estabelece que a manutenção das instalações deve ser realizada periodicamente, então, por se tratar de um local público, é interessante que, não apenas os Órgãos Públicos, mas que a sociedade e profissionais da área de energia elétrica, como alunos de engenharia, na cidade de Palmas, façam pesquisas e estudos sobre o cenário elétrico de sua cidade.

Levando em consideração os critérios para as instalações elétricas em locais com afluência de público, é importante destacar algumas medidas essenciais, como o uso de condutores de cobre; a presença de terminais de aterramento em todas as tomadas de corrente e a restrição de extensões em instalações temporárias, entre outros aspectos.

Dessa maneira, é importante mencionar que a Feira do Bosque precisa de um estudo capaz de alertar sobre os riscos relacionados às instalações elétricas do lugar e propor melhorias para garantir a segurança adequada do público que frequenta o local. Assim, será fornecido uma pesquisa detalhada sobre o assunto, que poderá ser compartilhada com outros acadêmicos e interessados na área, contribuindo para o desenvolvimento pessoal, social e acadêmico.

Em relação aos acadêmicos de engenharia elétrica, este trabalho auxilia no desenvolvimento de um olhar crítico, que um futuro engenheiro deve possuir em relação à

segurança do público e dos equipamentos. Sob um ponto de vista social, a pesquisa pode conscientizar à comunidade acerca dos potenciais riscos envolvidos no local e, ao mesmo tempo, propor ideias de melhorias para a feira da cidade.

3 OBJETIVOS

Em primeira análise, serão expostos os objetivos que influenciaram o propósito deste estudo; itens fundamentais para a pesquisa e a definição deste importante tema para a comunidade acadêmica e a sociedade.

3.1 Objetivo geral

O propósito deste trabalho é realizar uma análise das instalações elétricas da Feira do Bosque, verificar se estão em conformidade com as normas NBR 13570 e NBR 5410, e, a partir da análise dos dados, elaborar uma proposta de readequação elétrica no local.

3.2 Objetivos específicos

- a) Inspecionar o atual estado das instalações elétricas da Feira do Bosque, com base nos parâmetros definidos pelas Normas: NBR 13570 e NBR 5410;
- b) Analisar itens previstos pelas normativas como: a maneira que estão sendo dispostos a alimentação individual para cada barraca e se os circuitos estão devidamente separados em: iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico;
- c) Realizar a verificação dos dados obtidos na inspeção e identificar se o sistema elétrico do local precisa de melhoria;
- d) Caso a instalação não esteja em conformidade com a NBR 13570; é sugerido como melhoria, o aperfeiçoamento das instalações, principalmente com a implementação de dispositivos de segurança nos quadros de distribuição individuais. Esses dispositivos são capazes de detectar fugas de corrente e promover o seccionamento elétrico, garantindo a proteção dos equipamentos, do público e dos comerciantes contra possíveis choques elétricos;

- e) Elaborar proposta de melhoria da segurança elétrica do local e, através disso, proporcionar um espaço mais confortável e seguro para os usuários da Feira.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados conceitos referentes às instalações elétricas, um breve histórico sobre a eletricidade e sua importância, a revisão de normas e alguns dados sobre os acidentes envolvendo os sistemas elétricos.

4.1 Histórico sobre a eletricidade:

Desde o princípio da história percebe-se uma incessante busca pelo conhecimento e desenvolvimento de uma melhor qualidade de vida. Dessa forma, o ser humano passou a analisar a natureza e a pesquisar elementos de estudos que, a partir de seus respectivos progressos, proporcionaram um avanço intelectual, e áreas importantes como a matemática, medicina, astronomia, filosofia, dentre outras, foram construindo suas bases ao longo do tempo.

Assim, a descoberta dos fenômenos elétricos não foi diferente, como afirmou Boylestad (2012, p. 3) “o fenômeno da eletricidade estática tem intrigado os cientistas ao longo da história”, e isso trouxe inúmeros avanços para a sociedade na comunicação, tecnologia, saúde, transporte, economia, dentre outras áreas diretamente relacionadas com a energia elétrica.

Conforme Creder (2012), energia é tudo aquilo que tem capacidade de produzir calor, trabalho mecânico, luz e radiação; assim sendo responsável pelos processos de transformação, propagação e interações energéticas que ocorrem no universo. E foi na Grécia antiga que as descobertas sobre a eletricidade começaram. No século VI a.C. com o filósofo e matemático Tales de Mileto que, ao esfregar um âmbar (resina fóssil) com pele de animal, verificou a atração de pequenos objetos, tais como pedaços de palha, pois, o atrito gera eletricidade estática, e essa simples observação começou a intrigar-lo sobre os fenômenos elétricos.

No século XI, árabes e chineses colocavam a magnetita para flutuar sobre a água a fim de se orientarem ao navegar pelos mares; eram as bússolas. Com o passar do tempo os estudos continuaram e, no século XVI, William Gilbert elaborou pesquisas sobre a eletrostática e atração magnética. Dentre vários cientistas que contribuíram para o avanço dessa ciência, convém destacar Michael Faraday, com importantes contribuições sobre o eletromagnetismo;

Alessandro Volta, inventor da primeira bateria química e Thomas Edison que, ao desenvolver a primeira lâmpada, alterou definitivamente a relação do homem com a eletricidade.

Eu sou a força inesgotável que move grandes máquinas, forneço luz que concorre até mesmo com o sol, aqueço e também esfrio; sou o sopro invisível que conduz mensagens e sons a todos os recantos do mundo; sou o impulso poderoso que arrasta locomotivas, rápidos veículos e barcos enormes. Com o meu auxílio, o homem domina a Terra, sulca os ares, baixa ao fundo do mar, penetra até as entranhas do nosso planeta. Sob minha influência maravilhosa, os motores palpitam, os corpos fundem-se e volatizam-se, em uma faísca majestosa, forjo, fundo e ligo os metais mais resistentes. Meu poderio é incalculável, porém submissa ao homem, que conhece meus segredos; sob sua sábia direção levo a civilização até os mais recônditos confins do mundo; sou a base do progresso: eu sou a eletricidade. (CAVALIN, 2011, p. 24)

Neste âmbito, a energia elétrica trouxe inúmeros avanços, sendo uma área fundamental para o desenvolvimento e o processo tecnológico atual que a humanidade está vivendo. Pode-se destacar fatores que foram fomentados pela eletricidade, como: o desenvolvimento de sistemas de iluminação, melhor qualidade de vida com o uso de eletrodomésticos, a utilização de meios de transportes rápidos e sofisticados, o crescimento industrial, além do crescimento econômico que está amplamente relacionado com o bom uso dessa energia.

Na mesma perspectiva, o crescimento do uso de fontes renováveis tem sido uma característica das últimas décadas. Essa busca remete a um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e a engenharia caminha para um caminho sustentável. O Brasil se destaca no cenário mundial em virtude do uso de sua fonte energética. De acordo com os dados do Boletim mensal de energia de setembro de 2022, obtidos pelo Ministério de Minas e Energia (MME), em que foi realizado um estudo de geração de energia no Brasil; estima-se que 46,7% da matriz energética brasileira seja composta por fontes renováveis e, se referindo apenas à matriz elétrica, o percentual sobe para mais de 86% (MME, 2022).

Outro ponto importante destacado em uma pesquisa sobre o balanço energético de 2022 realizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que trata do crescimento da Micro e Mini geração distribuída. O estudo apresentou um crescimento de 83,6% de GD comparado ao ano anterior. Isso reforça a preocupação com a sustentabilidade ambiental, visto que o uso de fontes renováveis, de forma direta e indireta, auxilia na diminuição da dependência em relação a combustíveis fósseis e atenua os índices de poluição.

Fica claro que as descobertas relacionadas à eletricidade trouxeram avanços significativos e revolucionaram a forma como o ser humano vive, ao promover crescimento em vários setores e impactar de forma positiva a sociedade. Visto isso, é essencial que esse

desenvolvimento nas descobertas e no uso da eletricidade seja feito com os padrões corretos de segurança, pois se trata de uma área que envolve muitos riscos e para evitar que se tornem em acidentes várias normas e regulamentações foram elaboradas, a fim de garantir a segurança e a qualidade no uso da energia elétrica.

4.2 Segurança em instalações elétricas:

A segurança é um item de extrema importância para o trabalho com instalações elétricas. O uso inadequado ou a má manutenção dos sistemas podem resultar em acidentes, incêndios, dentre outros prejuízos totalmente indesejados. Portanto, a análise e aplicação das NR (Norma Regulamentadora), o uso de EPI, e o serviço feito por profissionais qualificados para a função, são itens indispensáveis para o trabalho com eletricidade.

Por se tratar de uma atividade que provoca risco, porém indispensável para as atividades humanas, observa-se muitos acidentes relacionados à energia elétrica. E, visando a prevenção desses acontecimentos, nas NR estão dispostos os itens de segurança e a recomendação para o trabalho ser realizado por um profissional qualificado. No entanto, é perceptível que muitas instalações não possuem condições para suportar a demanda dos equipamentos e, em muitos casos, provocam sérios riscos às pessoas (CREDER, 2012).

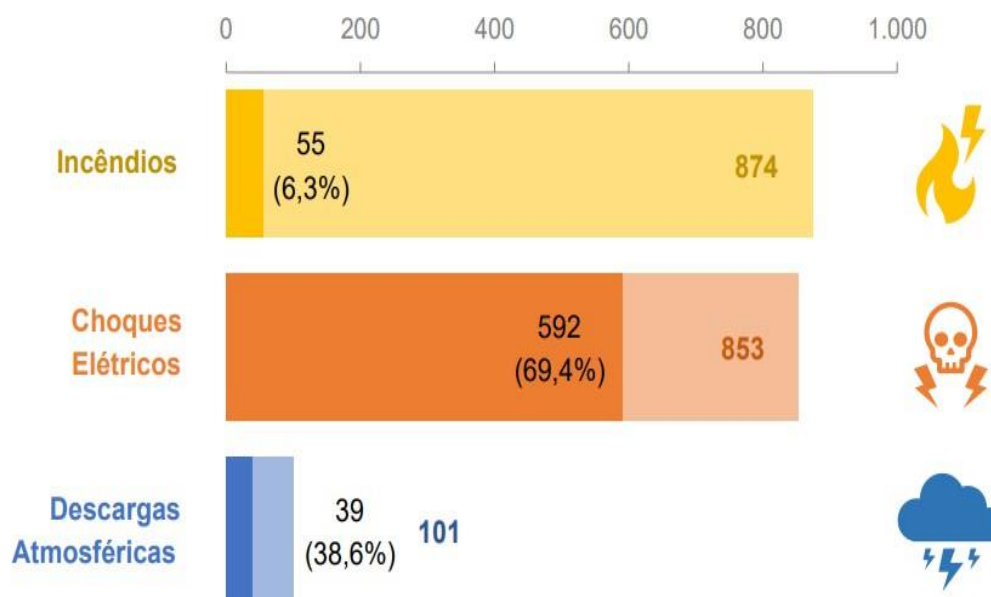
Nessa perspectiva, a ABRACOPEL (Associação brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade), promove estudos relacionados à segurança elétrica e possui inúmeras pesquisas sobre o assunto. Os dados a seguir, expostos na Figura 1 e na Figura 2, foram coletados entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de 2022, são do Anuário Estatístico de Acidentes de Origem Elétrica 2023; que possui classificação em três áreas: 1) Acidentes com choques elétricos; 2) acidentes com incêndios por sobrecarga de instalações elétricas; e 3) acidentes com descargas atmosféricas (ABRACOPEL, 2023; DE SOUZA, 2023).

Figura 1 - Acidentes de origem elétrica 2022.



Fonte: ABRACOPEL (2023).

Figura 2 – Comparativo dos acidentes de origem elétrica 2022.



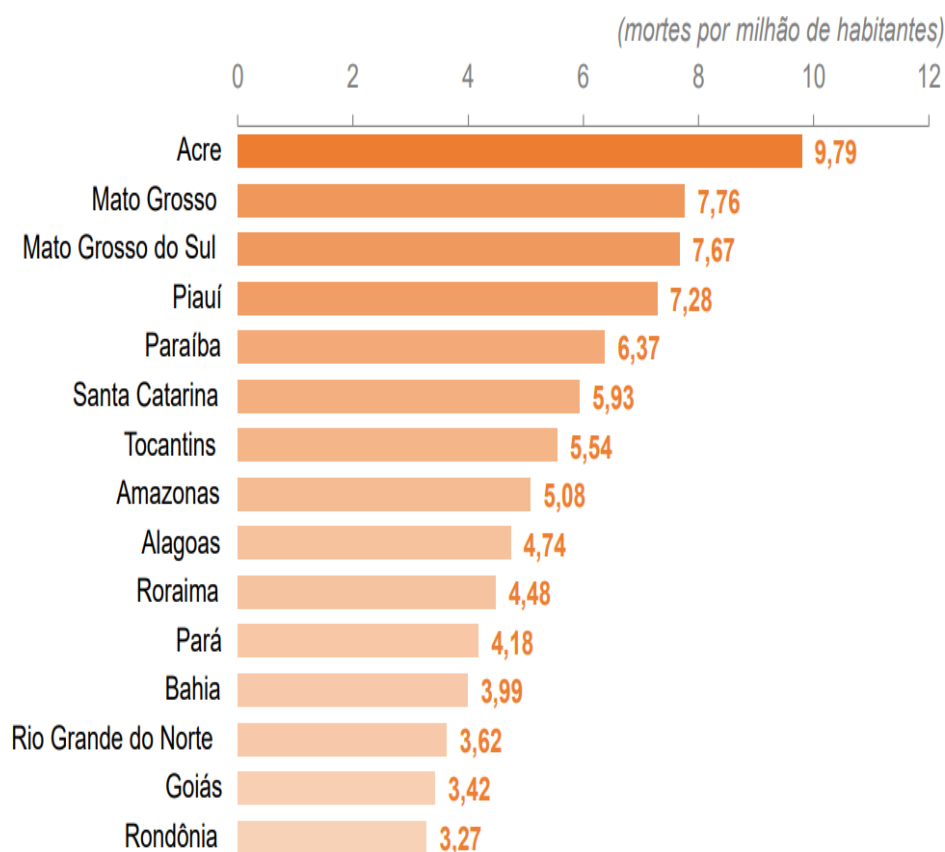
Fonte: ABRACOPEL (2023).

Com um total de 1828 acidentes, a Figura 2, que confirma os dados da Figura 1, expõe que ocorreram 874 incêndios causados por falhas no sistema elétrico, e em 55 casos houveram vítimas fatais. Outra parte da pesquisa mostra que os acidentes com descargas atmosféricas, que aconteceram 101 vezes, apresentaram 39 mortes. E, na divisão por choques elétricos, foram 853 casos e 592 mortes, assim, essa categoria apresentou um percentual de mortes, por acidentes, bem maior comparada à outras fontes, isso demonstra o perigo que o choque elétrico representa. Essa é uma triste estatística que reflete a quantidade de acidentes relacionados à eletricidade

que ocorrem no Brasil, portanto, a elaboração, implementação e fiscalização das instalações conforme ao que a norma regulamenta, são itens indispensáveis para uma boa segurança nas instalações.

Nessa perspectiva, os dados desse estudo mostram que o Tocantins apresentou 9 mortes por choque elétrico no ano de 2022 e, assim, foi o vigésimo segundo Estado no ranking. Por outro lado, na taxa de mortes causadas por choque elétrico por milhão de habitantes, o Tocantins está na sétima posição do ranking nacional; como evidencia a Figura 3.

Figura 3 - Ranking nacional de taxa (mortes por milhão de habitantes) de mortes por choque elétrico por Estado 2022.



Fonte: ABRACOPEL (2023).

É evidente a importância do tema e que discussões sobre o assunto precisam ser feitas por profissionais da área e pela sociedade em geral. Nesse sentido, outra estatística pertinente ao tema é a de mortes por choque elétrico por local de ocorrência. Como este trabalho irá utilizar de um exemplo específico, de uma feira, os dados existentes sobre os acidentes que ocorreram em locais semelhantes, por todo Brasil, são muito viáveis para compreensão do assunto.

Dessa maneira, os locais onde acontecem as mortes são relevantes para perceber as causas do problema, conforme exposto na Figura 4.

Figura 4 - Mortes por choque elétrico por local de ocorrência 2022.



Fonte: ABRACOPEL (2023).

A Figura 4 expõe a quantidade de mortes por choque elétrico em áreas urbanas, como as praças e feiras públicas e, apesar do ambiente não ser o que possui o maior número de acidentes, esses locais apresentaram 16 fatalidades, ou seja, um número que motiva a preocupação e a necessidade de que análises e estudos elétricos sejam feitos nesses locais urbanos, como as praças e feiras, a fim de que essa estatística possa diminuir e uma maior segurança seja alcançada.

4.3 Problemas de instalações elétricas

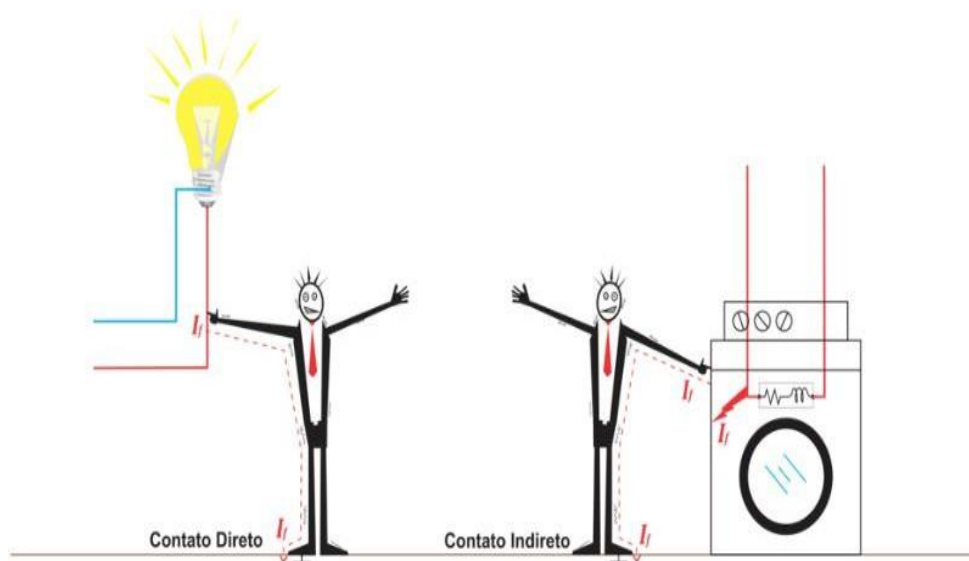
Alguns problemas causados por uma instalação que não está em conformidade com as diretrizes das normas são importantes para a compreensão do tema e dos pontos abordados neste estudo. Dentre os principais itens de falha que pode ocorrer em instalações elétricas de baixa tensão estão: sobrecarga, sobretensão e sobrecorrentes.

Segundo (COTRIM, 2009, p. 5):

Sobrecarga é a parte da carga existente em um circuito ou equipamento que excede a plena carga. Por sua vez, sobrecorrente é uma corrente que excede o valor nominal, que, no caso de condutores elétricos, é a capacidade de condução de corrente. Da mesma maneira, sobretensão é a tensão cujo valor excede o maior valor nominal do sistema ou equipamento elétrico. Nas instalações elétricas, as sobrecorrentes podem ser de dois tipos: Correntes de falta: corrente que flui de um condutor para outro ou de um condutor para a terra, no caso de uma falta e no local desta. Corrente de sobrecarga: sobrecorrente em um circuito ou equipamento elétrico sem que haja falta elétrica. A chamada corrente de curto-circuito, caso particular da corrente de falta, é a sobrecorrente resultante de uma falta direta entre condutores energizados que apresentam uma diferença de potencial em funcionamento normal. (COTRIM, 2009, p.5)

Relacionado a isso, esses problemas, quando ocorrem em uma instalação, podem provocar danos maiores tanto para equipamentos, quanto para seres humanos. Um dos grandes riscos provocados por falhas nos sistemas é o choque elétrico. (COTRIM, 2009) afirma que choque elétrico é a perturbação, de natureza e efeitos diversos, quando é atravessado por uma corrente elétrica, apresentando uma variedade de natureza e efeitos. As consequências fisiopatológicas resultantes da corrente elétrica dependem da intensidade e da duração do choque. O incidente pode ocorrer de duas maneiras: o contato direto, quando o toque acontece de forma direta à parte viva; ou contatos indiretos, em que o toque ocorre em massas que sofreram o efeito da tensão devido à alguma falha na isolação desse material, conforme indicado na Figura 5.

Figura 5 - Representação da tensão de toque



Fonte: ABRACOPEL (2020).

Visto isso, é de suma importância o conhecimento sobre os efeitos da corrente elétrica sobre o corpo humano. Segundo (ABRACOPEL, 2020 apud IEC 60479-1: Efeitos da corrente sobre seres humanos e animais domésticos), quem se submete à tensão superior a 50 volts em corrente alternada, ou 120 volts em corrente contínua, sofre um sério risco de vida causado pela magnitude da corrente elétrica nesses casos. Sob esta mesma ótica, (CREDER, 2012, p. 323) afirma: “as tensões mais usuais no Brasil são 220/127 V, 230/115 V e 380/220 V”; portanto, os níveis de tensão, geralmente, aplicados no Brasil são maiores que o limite de risco previsto na IEC 60479-1. Assim, praticamente qualquer acidente com choque elétrico sofrido em instalações brasileiras, pode gerar um risco a vida de quem sofre esse choque.

Por outro lado (KINDERMANN, CAPAMGNOLO; 1995), conforme a Tabela 1, são evidenciados os efeitos de cada grau da passagem de corrente elétrica pelo corpo humano. É importante que a sociedade e, principalmente, os profissionais da área, conheçam cada parâmetro desse assunto, pois é preciso estar atento aos possíveis riscos que são consequência de um projeto ou instalação de má qualidade, não apenas para segurança pessoal, ademais a proteção de outras pessoas e dos equipamentos.

Tabela 1 - Influência da corrente.

I (m A)		REAÇÃO FISIOLÓGICA	CONSEQUÊNCIA	SALVAMENTO	RESULTADO FINAL MAIS PROVÁVEL
C.A	C.C.				
ATÉ 25	ATÉ 80	1 mA (C.A) - Limiar da sensação/ sens. De formigamento 5 -15 mA (C.A) - Contração muscular 15 -25 mA (C.A) - Contr. Violenta impossibilidade de soltar o eletrodo	Se a corrente for próxima a 25 mA pode haver asfixia e consequente morte aparente	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL	REESTABELECIMENTO
25 - 80	80 - 300	Sensação insuportável Contrações violentas Asfixia	MORTE APARENTE	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL	REESTABELECIMENTO
>80	>300	Asfixia imediata Fibrilação ventricular Alterações musculares (Químicas). Queimaduras	MORTE APARENTE	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL MASSAGEM CARDÍACA	CASO LEVADO AO HOSPITAL E FEITO A DESFIBRILAÇÃO - REESTABELECIMENTO
Corrente da ordem de ampères		Queimaduras (Efeito térmico) Necrose dos tecidos Fibrilação Ventricular Asfixia imediata Danos posteriores resultado do produto da eletrólise	MORTE APARENTE Dependendo da extensão das queimaduras, sequelas ou morte	RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL MASSAGEM CARDÍACA TRATAMENTO HOSPITALAR	HOSPITAL DEFIBRILAÇÃO RECUPERAÇÃO DIFÍCIL ATROFIA MUSCULAR OUTROS DANOS

Fonte: Adaptado de (KINDERMANN, CAPAMGNOLO; 1995, p.124).

Nesse contexto, (COTRIM, 2009) define que os principais efeitos que uma corrente elétrica causa no corpo humano são:

- a) Tetanização: efeito de contração muscular ocorrido através da diferença de potencial entre o corpo humano e a massa energizada. Dessa forma, o músculo é estimulado ao movimento de contração e retorno ao estado inicial. Se a frequência dos estímulos

ultrapassar um certo limite, o músculo sofrerá uma contração completa. Para valores elevados de corrente, o estímulo no músculo pode ser tão grande a ponto de levar a pessoa a se movimentar muitas vezes para se livrar do choque;

- b) Queimaduras: a passagem de corrente elétrica em qualquer material produz certa dissipação de calor. Assim quanto maior a resistência do corpo, maior será a dispersão de energia. A pele apresenta elevada resistência e os tecidos possuem resistência baixa, dessa maneira o calor pode produzir a destruição dos tecidos superficiais e provocar o rompimento de artérias, com consequente hemorragias o que representa as queimaduras no corpo humano;
- c) Fibrilação ventricular: trata-se do fenômeno fisiológico mais grave, complexo e geralmente fatal. Como na maioria dos casos a corrente elétrica externa é maior que a corrente biológica, já natural do ser humano; a partir do contato com esse potencial externo um desequilíbrio elétrico é causado. Assim, as fibras do ventrículo cardíaco recebem sinais elétricos excessivos e irregulares, de maneira a contrair-se desordenadamente o que faz com que o coração não desempenhe mais sua função natural, consequentemente a irrigação sanguínea é estagnada, o que pode causar desmaio, parada respiratória e morte.

A importância de dispositivos de segurança eficazes no combate ao choque elétrico é crucial para garantir a integridade física dos seres humanos e prevenir acidentes fatais. Assim, a presença de equipamentos de segurança robustos se torna essencial.

De modo geral, a NBR 5410 dispõe de alguns serviços de segurança ou aparelhos que possam atuar em situações de emergência, como o: desligamento de emergência; seccionamento; independência da instalação elétrica, acessibilidade e boa seleção dos componentes. Nery (2012) expõe que as funções básicas desses dispositivos de segurança são: operação manual para abertura e fechamento do sistema por meio da alavanca; abertura automática em virtude de uma condição de sobrecarga mantida e curto-circuito.

Além disso, a NBR 5410 dispõe de alguns princípios fundamentais para proteção em seu item 4. São eles:

- a) Proteção contra choques elétricos: pessoas e animais devem estar protegidos contra choques elétricos, tanto por algum risco proveniente do contato com parte viva (componentes energizados), quanto por falhas que podem ocasionalmente acontecer no local;

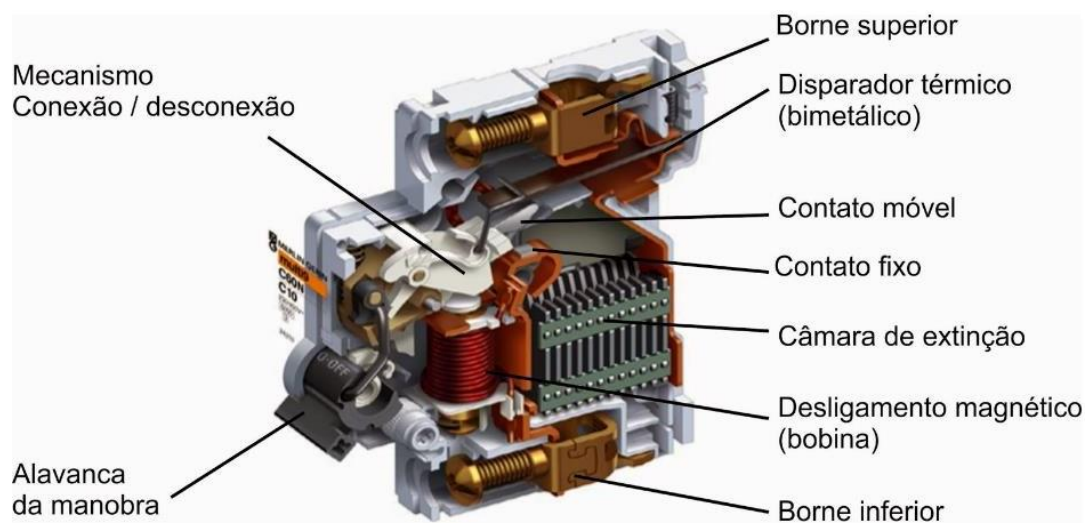
- b) Proteção contra efeitos térmicos: a instalação deve ser elaborada de modo a eliminar risco de incêndio de materiais inflamáveis, além de, em condições de funcionamento normal, não oferecer riscos de queimaduras;
- c) Proteção contra sobrecorrentes: as pessoas, os animais e os bens precisam estar protegidos do impacto desfavorável das condições térmicas a que os condutores possam ser sujeitos;
- d) Circulação de correntes de falta: a instalação e seus componentes devem suportar correntes de falta sem alcançar temperaturas elevadas;
- e) Proteção contra sobretensões: o circuito deve ser protegido em relação à ocorrência de sobretensões como faltas entre os condutores ou ainda a ocorrência de fenômenos atmosféricos.

Desse modo, no item 5, que fala especificamente sobre a proteção com o objetivo de garantir a segurança, a NBR 5410 declara vários itens e elementos relacionados ao assunto, como medidas de proteção contra choques elétricos e recomenda que as partes vivas não devem estar acessíveis, isoladas e estarem dentro de uma barreira ou invólucro, como um eletroduto e, quando não forem totalmente embutidas, os cabos devem ser de material não propagante de chama.

No item 3, a mesma normativa apresenta alguns elementos de proteção contra choques elétricos. Assim, um equipamento de vital importância é o Dispositivo de Proteção a Corrente Diferencial-Residual (DR). Conforme Niskier (2013), disjuntores são equipamentos de proteção e manobra, e garante o seccionamento mecânico com o objetivo de provocar a abertura dos contatos elétricos quando a corrente atingir um certo valor de acordo com condições especificadas.

Nery (2012) também destaca dispositivos essenciais às instalações como: disjuntores termomagnéticos e os dispositivos de proteção diferencial-residual. Os disjuntores termomagnéticos protegem contra a sobrecarga e isso é feito através de um elemento bimetálico em contato com as áreas que produzem a corrente no interior do equipamento. Assim, quando a temperatura aumenta até um certo limite, esse elemento sofre uma deformação, a ponto de desprender uma trava, e os contatos condutores são abertos a fim de interromper a passagem de corrente no circuito. A Figura 6 apresenta os componentes internos do disjuntor termomagnético, onde estão situadas a lâmina do disparador térmico e a bobina de desligamento através do efeito magnético.

Figura 6 - Componentes internos do disjuntor.



Fonte: WLELETRICA (2019).

Outro equipamento muito importante para segurança elétrica é o Dispositivo de proteção diferencial-residual. Esse dispositivo monitora a corrente que entra e sai de um circuito elétrico e responde, de forma rápida, a qualquer diferença entre as correntes. Creder (2012) define que o DR é constituído por três elementos principais: contatos fixos e contatos móveis; transformador diferencial; disparador diferencial (relé temporizado).

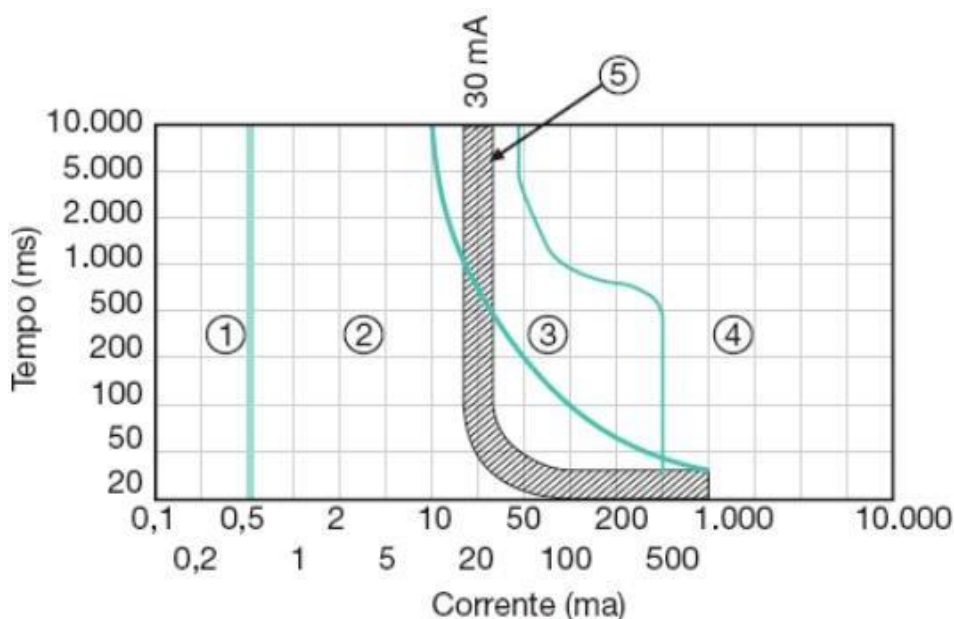
Os contatos possuem função de permitir a abertura e fechamento do circuito e são projetados conforme a corrente nominal do equipamento. O transformador é composto por um núcleo laminado com alta permeabilidade magnética e uma bobina secundária para detectar a corrente diferencial residual. Por fim, o disparador diferencial é um relé polarizado que possui um ímã permanente, além de uma bobina ligada à bobina do secundário do transformador e uma peça móvel que, inicialmente, está na posição fechada para garantir que a corrente elétrica opere de forma normal enquanto o circuito não apresentar fugas. (CREDER, 2012)

O princípio de funcionamento desses equipamentos considera que a soma das correntes que circulam os condutores de fase e neutro é zero, dessa maneira, um campo magnético nulo é gerado no secundário do transformador interno do DR (MAMEDE, 2020). Assim, quando não houver diferença entre as correntes de fase e neutro, é resultado de que a instalação está funcionando sem fuga de corrente conforme a Figura 7.

Quando ocorre fuga de corrente na instalação, o fluxo resultante não será zero, conforme a Figura 8. Dessa maneira, será gerada uma força eletromotriz na bobina do secundário do transformador, consequentemente, uma corrente irá percorrer o enrolamento do núcleo disparador. Quando I_{DR} for superior à I_{LN} (corrente diferencial-residual nominal de atuação do dispositivo), o fluxo gerado no núcleo da parte disparadora pela corrente originada da bobina do secundário do transformador, irá causar a desmagnetização do núcleo e isso irá abrir o contato da parte móvel, interrompendo o circuito.

Nesse contexto, a Figura 9 irá representar a curva de atuação do DR e as respectivas zonas de proteção desse dispositivo.

Figura 9 - Curva tempo x corrente das reações fisiológicas dos seres humanos



Fonte: (MAMEDE, 2012, p. 593)

Visto isso, a zona 1 expressa uma região que não são provocados distúrbios perceptíveis no corpo. A zona 2 é uma área em que também não são provocados distúrbios fisiológicos prejudiciais. Por outro lado, a zona 3 demonstra uma região em que são provocados distúrbios, como parada cardíaca, parada respiratória e contrações musculares. Na região da zona 4, é possível perceber distúrbios fisiológicos severos e até irreversíveis como fibrilação cardíaca e parada respiratória. A zona 5 apresenta a faixa de atuação do DR que, nesse caso, irá desabilitar o circuito quando a corrente de fuga ultrapassar 30 mA (MAMEDE, 2020).

Logo, é inegável a importância desse dispositivo nas instalações, sendo um item fundamental para garantir a segurança dos usuários ao atuar na detecção e interrupção de falhas elétricas que poderiam resultar em choques, incêndios ou outros incidentes.

4.4 Revisão das Normas

A ação do Ministério do Trabalho em aderir às Normas Regulamentadoras, caracterizou um marco para o controle de riscos ocupacionais, visto que, uma estrutura que atende aos padrões descritos nas diretrizes possui uma fundamentação baseada em testes rígidos de segurança, ou seja, recomendáveis para diminuir ao máximo o risco de acidentes.

“As NR são de observância obrigatória pelas organizações e pelos órgãos públicos da administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo, Judiciário e Ministério Público, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho” (NR 1, 2022, p.1). Essa Norma possui as disposições gerais e estabelece as diretrizes que devem ser seguidas por todas as demais NRs. Além de padronizar os conceitos, ela prevê que é obrigatório observar o que nela é mencionado e assim promover a responsabilidade social, proteção da saúde e segurança, bem como, reduzir acidentes nos locais em que essas regulamentações são aplicadas.

De acordo com Nery (2012), as principais normas utilizadas para projetos de instalações elétricas no Brasil são as da ABNT, dentre as quais, pode-se destacar: NBR 5410/04, NBR 13570/96, NR 10. Tais documentos são de extrema importância para os trabalhos realizados com eletricidade. Por se tratar de um trabalho com foco na análise das normas e suas aplicações, é necessário o entendimento de cada item, a fim de legitimar sua aplicabilidade. Certamente, a observação dos itens normativos é crucial quando se trata de trabalhos envolvendo eletricidade. Dada a natureza essencialmente perigosa dessa atividade, o cumprimento das diretrizes é importante para garantir a segurança dos trabalhadores e mitigação de riscos.

4.4.1 NBR 5410

A NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, possui objetivo de garantir a segurança de pessoas e animais, bem como, assegurar o funcionamento adequado e padronizado das instalações.

Dessa maneira, ela é baseada na norma internacional IEC 60364 – *Electrical Installations of Buildings* e, dentro de suas atribuições, prevê as condições que devem ser seguidas nas instalações elétricas, conforme seu capítulo 1. Possui muita importância para os estudos sobre a eletricidade e suas aplicações, e normatiza as condições de funcionamento adequado para as instalações de baixa tensão (COTRIM, 2009).

O regulamento define baixa tensão aquela que possui valor nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1500 V em corrente contínua (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). Dessa maneira, a diretriz trata de vários requisitos que devem ser analisados para se obter uma instalação de qualidade. Em seu item 4.2 são determinadas as concepções que devem ser seguidas para a elaboração do projeto, como: previsão de demanda; esquema de distribuição; verificar a necessidade de fontes apropriadas e prever os requisitos da manutenção, pois, a partir desses requisitos, é possível se obter um sistema mais eficiente e seguro.

O item 4.2.5.1 trata da importância da divisão dos circuitos, ao definir alguns requisitos que a instalação deve possuir para ter um padrão correto. As exigências são: segurança; conservação de energia; recursos funcionais; de produção e de manutenção. A partir disso, nota-se que a segurança, a separação e o seccionamento desempenham um importante papel para permitir que, caso ocorra algum ponto de falha, apenas o circuito específico seja privado de alimentação e não a instalação como um todo, dessa maneira, as paralisações resultantes de um defeito serão mínimas.

Dentre outras características, essa Norma é a base de projetos elétricos prediais, ou de baixa tensão, que são formulados a partir das instruções dessa normativa. Instruções gerais são informadas, desde a quantidade de ponto de luz e tomadas ao dimensionamento correto dos cabos e aos equipamentos que devem ser instalados, como disjuntor e DR.

Assim, outros conceitos, principalmente relativos à segurança, foram mencionados neste estudo relacionados às instalações de locais com afluência de público. Ademais, é

imprescindível destacar a importância dessa normativa no âmbito dos trabalhos e projetos com eletricidade, com diretrizes direcionadas à proteção, segurança, manutenção, eficiência, dentre outros parâmetros que são explicados na Norma.

4.4.2 NBR 13570

A NBR 13570 propõe orientações, critérios e requisitos específicos para a implementação segura de sistemas elétricos em espaços com grande circulação de público. Emitida pela ABNT, essa regulamentação possui uma importante função para o cumprimento da segurança em ambientes onde a presença numerosa de pessoas demanda padrões rigorosos para prevenir eventos adversos, tais como incêndios e riscos de choque elétrico.

Segundo Cotrim (2009, p.2):

A NBR 5410 é completada atualmente por outras duas normas: a NBR 13570 – Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público: Requisitos Específicos e a NBR 13534 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Requisitos Específicos para Instalação em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Ambas complementam, quando necessário, prescrições de caráter global contidas na NBR 5410, relativas a seus respectivos campos de aplicação.

A NBR 13570 aplica-se às instalações elétricas de locais como cinemas, teatros, danceterias, escolas, lojas, restaurantes, estádios, ginásios, circos e outros locais indicados, com capacidades mínimas de ocupação (nº de pessoas) especificadas.

Observa-se que essa Norma expõe diretrizes para as instalações em locais com grande concentração de pessoas para que a disposição dos dispositivos de proteção seja feita da maneira correta e com o propósito de garantir o funcionamento seguro e confiável da rede elétrica. Seus princípios são relacionados em outras referências normativas:

- NBR 5410/ 2004 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR6146/1980 – Invólucros de equipamentos elétricos – Proteção; que passou por várias correções no decorrer deste período, e, a norma em vigor que trata do tema é a NBR IEC 60529/2017 – Graus de proteção providos por invólucros e é aplicada para classificar os graus de proteção aos invólucros, ou seja, o revestimento de equipamentos elétricos com tensão nominal não superior a 72,5 KV.

- NBR 6245/1995 - Fios e cabos elétricos - Determinação do índice de oxigênio: prescreve o método de ensaio para especificar a inflamabilidade de materiais retirados ou usados em cabos elétricos por meio da medição da concentração de oxigênio e nitrogênio;
- NBR 6808/1993 – conjuntos de manobra e controle de baixa tensão montados em fábrica; que foi revista; e, dessa maneira, a norma atual pertinente ao tema é a NBR IEC 61439 – 2:2016 – Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão, e define os requisitos aplicáveis em conjuntos de manobra de comando de potência;
- NBR 6812/1995 – Fios e cabos elétricos – Queima vertical (fogueira) – que também foi cancelada e a norma que está em vigor sobre o tema é a NBR IEC 60332-3-23:2005 – Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo. Ela especifica métodos de ensaios para avaliar a propagação vertical da chama em condutores elétricos ou ópticos;
- NBE 13248/1995 – Cabos de potência e controle com isolamento sólida estruturada e com baixa emissão de fumaça para tensões de isolamento até 1 KV. Essa norma foi corrigida e, no período atual, prevalece a versão corrigida de 2015 que trata dos requisitos de desempenho esperados para cabos de potência e condutores isolados sem cobertura para instalações fixas.

Dessa forma, a Norma descreve as condições gerais de como deve ser elaborado alguns itens do projeto, bem como, as instalações elétricas em locais de grande público. Assim sendo, pode-se destacar que, o local não deve ter emprego de tensões acima de 380V e precisa possuir todos os condutores de cobre e resistentes à chama. Dessa maneira, esses dispositivos ajudam a prevenir a propagação do fogo em caso de incêndio, diminuir a emissão de gases tóxicos e, além da proteção às vidas humanas; a resistência à chama é importante para a preservação de equipamentos e da propriedade.

Nesse sentido, a forma padrão para as linhas elétricas estipula que, caso estejam em condutos abertos, devem estar dispostas de maneira inacessível. Ainda, recomenda-se que os cabos não devem ter emendas e/ou condutores intermediários. Isso não é permitido para que a eficiência energética do sistema seja elevada, visto que, a presença de emendas pode resultar em perdas de energia devido à resistência adicional, e também são potenciais pontos de falhas, pois a probabilidade de oxidação, aquecimento excessivo, dentre outros fatores indesejáveis, são maiores quando o circuito possui essas junções elétricas. Outro ponto válido nessas instalações é que a instalação de cabos diretamente na alvenaria não é permitida.

Nessa perspectiva, (COTRIM, 2009, p. 4) conceitua o comando de um dispositivo elétrico como: “ação destinada a efetuar manobra, que pode ser de desligamento, ligação ou variação da alimentação de energia elétrica de toda ou parte de uma instalação, sob condições de funcionamento normal”. Na mesma análise, a norma prevê que dispositivos de comando e sinalização precisam estar acessíveis, devem ser facilmente identificáveis e, em situações de emergência, a capacidade de acesso a esses equipamentos de proteção e a sua rápida manobra é vital para prevenção de danos maiores.

Assim, a manobra se trata de uma mudança na configuração de um circuito, operada de forma manual ou automática; portanto, a rápida manobra do dispositivo de segurança garante uma menor exposição ao risco elétrico, o que pode salvar vidas (COTRIM, 2009). Além do mais, nas futuras manutenções de cada local serão feitas de maneira mais rápida, com o tempo reduzido e de forma mais eficiente. Recomenda-se ainda um dispositivo de comando e emergência capaz de desligar toda a instalação. Por outro lado, os quadros de distribuição devem possuir as indicações da atribuição de cada dispositivo e os circuitos com corrente nominal acima de 16 A devem ser independentes. Outro ponto importante é que o uso de extensões deve ser utilizado apenas em instalações temporárias e todas as tomadas devem possuir terminal de aterramento.

É evidente o importante papel da norma, visto que, o cumprimento das diretrizes tem o objetivo de preservar a segurança do público, bem como, a integridade das instalações; o que melhora a eficiência e a vida útil dos equipamentos ligados à essa instalação.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo possui um método analítico da NBR 13570 a fim de avaliar qualitativamente as instalações elétricas da Feira do Bosque conforme a referida Norma, caracterizado como pesquisa aplicada, ao examinar a Norma e estabelecer os parâmetros comparativos com o local.

5.1 Análise da Planta do local

A pesquisa aplicada possui uma perspectiva prática, ao localizar e avaliar o problema de forma objetiva e, após isso, propor possíveis melhorias. Em primeira análise, foi solicitado, à Prefeitura de Palmas, a autorização para o acesso à planta baixa, e o projeto elétrico da Feira do Bosque. Após isso, realizar uma inspeção no local para constatar a realidade das instalações conforme os padrões da NBR 13750 e NBR 5410.

Foi necessário acesso às plantas e projetos da feira para melhor localizar os quadros de distribuição parcial destinados aos feirantes e visitantes. A inspeção inicial consistiu na avaliação visual das instalações. Essa inspeção visual seguiu os parâmetros normativos estabelecidos para locais como praças ou feiras públicas.

5.2 Inspeção visual

Foram realizadas inspeções no local, visto que, a análise visual é uma ação de extrema importância, pois, como permite a avaliação da instalação, contribui para garantia da proteção elétrica. Os principais parâmetros verificados foram relacionados à segurança, ao procurar identificar pontos potenciais de riscos de acidentes; condições inseguras de operação e a conformidade com as Normas.

5.3 Análise da conformidade com as Normas: 13570 e 5410

A observação das Normas permite verificar itens necessários, na instalação do local, para que o sistema apresente um funcionamento adequado. A NBR 13570 estipula que os condutores elétricos sejam de cobre e resistentes à chama; que não pode haver emendas no cabeamento, pois podem configurar pontos com alto risco de falhas. A normativa ressalta ainda, que os condutos abertos não devem ser acessíveis ao público.

Da mesma forma, a NBR 5410, em seu item 7, trata especificamente da inspeção visual e dos parâmetros que devem ser considerados durante essa etapa. O texto declara que é necessário realizar a verificação dos componentes que constituem a instalação permanente, atestar se estão de acordo com as normas vigentes e se apresentam danos que possam comprometer o funcionamento e a segurança adequada do local.

Em conformidade com a NBR 5410, alguns pontos críticos de segurança foram observados durante a inspeção visual, incluindo:

- a) medidas de proteção contra choques elétricos, conforme 5.1;
- b) medidas de proteção contra efeitos térmicos, conforme 5.2;
- c) seleção e instalação das linhas elétricas, conforme 6.2;
- d) seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção, conforme 6.3;
- e) presença dos dispositivos de seccionamento e comando, sua adequação e localização, conforme 5.6 e 6.3;
- f) adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes, conforme 5.2.2, 6.1.3.2, 6.2.4, seção 9 e anexo C;
- g) identificação dos componentes, conforme 6.1.5;
- h) presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas;
- i) execução das conexões, conforme 6.2.8;
- j) acessibilidade, conforme 4.1.10 e 6.1.4.

Dessa maneira, vários itens e equipamentos foram verificados conforme indicam as diretrizes presentes nas Normas, com o objetivo de avaliar o real estado das instalações elétricas do local e alcançar resultados mais precisos para o estudo.

6 RESULTADOS

Conforme os itens especificados nas Normas, foram feitas inspeções no local e verificados alguns parâmetros para avaliação dos resultados.

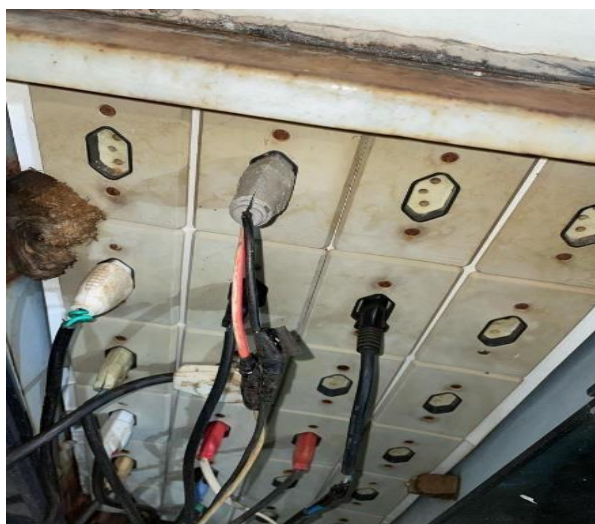
6.1 Resultados da inspeção visual

Após compreender a relevância da inspeção técnica no local, empreendeu-se uma análise das instalações elétricas na feira. A inspeção foi realizada de maneira presencial, nos dias: 07 de maio de 2023 e 12 de novembro de 2023; com o objetivo de coletar dados e informações essenciais, empregando o uso de equipamentos de medição, que incluíram:

- Câmera fotográfica: efetuar registros da real condição dos equipamentos da Feira do Bosque;
- Câmera termográfica: detecção de altas temperaturas nas instalações e pontos de urgente melhora.

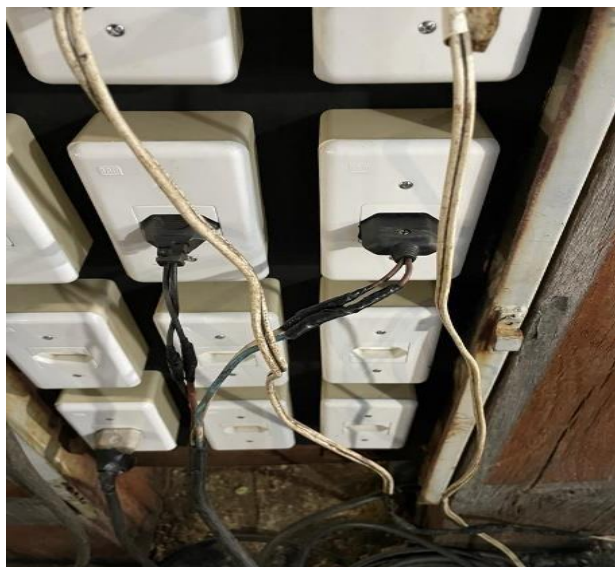
Nesse contexto, na inspeção foi constatado como está o real estado das instalações da Feira, como exposto nas figuras a seguir.

Figura 10 – Emendas nas extensões.



Fonte: Autores (2023).

Figura 11 - Uso de emendas nas conexões.



Fonte: Autores (2023).

Dessa forma, pode-se observar nas Figuras 10 e 11, que existem emendas nas extensões, um quadro desgastado, a utilização de cabos paralelos para extensão, a presença de dois circuitos pelo mesmo cabo *PP* de quatro vias e a ausência de aterramento em todas as extensões. Um quadro semelhante é encontrado na Figura 12.

Figura 12 - Uso de extensões elétricas não embutidas expostas ao ambiente.



Fonte: Autores (2023).

Da mesma maneira, ao analisar a Figura 12, observa-se a presença de emendas nas extensões, além do uso de cabos paralelos não certificados, a presença apenas de circuitos de fase e de neutro sem utilização de aterramento, e, devido aos equipamentos ficarem expostos às intempéries ambientais como umidade, altas temperaturas, ventos, chuvas; os equipamentos apresentaram bastante desgaste.

Por outro lado, a inspeção com o uso da câmera termográfica permitiu a verificação de pontos quentes na instalação, ou seja, locais suscetíveis a apresentar falhas e acidentes elétricos.

Figura 13 - Detecção de pontos quentes nas extensões.



Fonte: Autores (2023).

Observando a Figura 13, nota-se que o quadro apresenta irregularidades e não foi incluído no levantamento técnico da feira realizado pela prefeitura. Além disso, foi identificada uma porta emperrada que impede o acesso direto ao quadro para manobras de segurança, limitando o acesso apenas às tomadas de saída. Nesse sentido, outros locais com alta temperatura também foram detectados, conforme a Figura 14.

Figura 14 - Detecção de pontos quentes nos quadros de distribuição.



Fonte: Autores (2023).

Na Figura 14, é possível observar o uso de cabos não certificados, assim, por não existir informações sobre o material do cabo em sua parte externa e o tipo de isolamento utilizada não é possível especificar de forma exata a máxima temperatura de trabalho do cabo, itens que são definidos na NBR 5410. Apesar disso, percebe-se uma alta temperatura, 59.1°C, no local do barramento de neutro do quadro de distribuição. Na Tabela 2, é possível observar a temperatura máxima e temperatura de serviço de cada modelo de cabo elétrico.

Tabela 2 - Valores de K para condutores com isolamento de PVC, EPR ou XLPE.

MATERIAL DO CONDUTOR	ISOLAÇÃO DO CONDUTOR					
	PVC				EPR/XLPE	
	<=300 mm²		>300 mm²			
	TEMPERATURA					
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
	70º C	160º C	70º C	140 º C	90º C	250º C
COBRE	115		103		143	
ALUMÍNIO	76		68		94	
EMENDAS SOLDADAS EM CONDUTORES DE COBRE	115					

Fonte: Adaptado de (NBR 5410, p. 68).

Por outro lado, a Figura 15 expõe outro problema comum na Feira, que são as conexões diretas. É possível observar que os cabos do circuito estão ligados diretamente nas tomadas de corrente, sensível a desconexão e a exposição de partes energizadas.

Figura 15 - Conexões inseridas diretamente nas tomadas de corrente.



Fonte: Autores (2023).

Da mesma forma, a Figura 16 demonstra um local em que a tomada perdeu o seu uso, por conta de algum problema anterior relacionado à alta temperatura, o qual teve como consequência o derretimento da tomada.

Figura 16 - Tomada comprometida.



Fonte: Autores (2023).

A Figura 13 deixa claro que ocorreu uma falha durante o uso dessa tomada, resultando no derretimento do terminal e impossibilitando o seu uso.

Portanto, a partir da inspeção que ocorreu na feira e os dados obtidos na pesquisa, deve-se analisar os resultados e verificar se as instalações estão em conformidade com as Normas e aos padrões de segurança.

6.2 Resultados da análise de conformidade com as Normas: 13570 e 5410

Neste Trabalho de Conclusão de Curso foi proposto a realização de um estudo aplicado da NBR 13570, com o exemplo de aplicação da Norma na Feira do Bosque, em Palmas- TO. Após as análises realizadas no local, inspeção da planta baixa, do projeto elétrico e do projeto luminotécnico da feira foram identificadas falhas nas estruturas do local em comparação com os padrões normativos.

Dessa maneira, diversas situações que estão em desacordo com as normas estabelecidas pela NBR13570. Essas irregularidades representam um motivo de preocupação, uma vez que colocam em risco tanto o público frequentador do local quanto os comerciantes que operam na feira.

Durante a inspeção, foram identificadas questões passíveis de solução; como: superaquecimento dos condutores, derretimento de conexões e falhas nos quadros de distribuição parciais. As evidências dessas inconformidades foram comprovadas com registros fotográficos e medições realizadas por equipamentos específicos como a câmera termográfica.

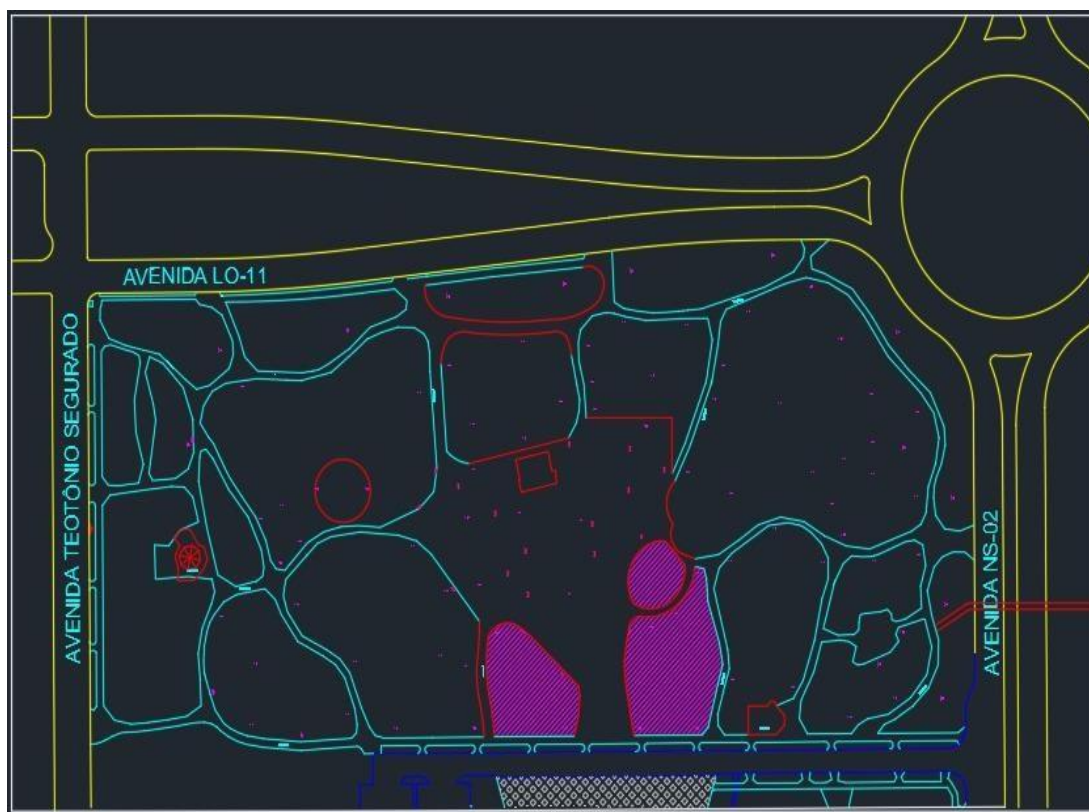
Nesse contexto, após a inspeção, foi concluído que existem inúmeras inconformidades nas instalações da feira do Bosque com a NBR 13570. Ao fazer uma análise das Figuras 7, 8 e 9, fica evidente o uso de extensões com emendas, contrariando a recomendação da Norma. Essas ligações facilitam a formação de pontos quentes, prejudicando a isolação da fiação. A utilização de cabos apenas para fase e neutro, nas extensões, também indica a ausência de aterramento.

Ao avaliar a Figura 14, foi constatado que a falta de certificação dos cabos expõe ao risco de derretimento, uma vez que não há informação sobre o tipo de isolamento presente no cabo, crucial para determinar a temperatura máxima que o material pode suportar. Sem essas informações, não é possível verificar se a temperatura, durante o horário de funcionamento da feira, é segura.

Na Figura 15, observa-se a ausência do plugue na conexão com a tomada, o que representa um grande perigo de choque elétrico para quem realizar essa ligação. Além disso, a falta do plugue de conexão resulta na ausência de sustentação mecânica, tornando o circuito altamente sensível à desconexão e elevando o risco de exposição de partes energizadas ao ambiente. Isso pode ser uma das causas possíveis para o derretimento da conexão, conforme mostrado na Figura 16, resultante de uma má interligação nos terminais das extensões.

Nesse contexto, a partir da planta baixa da Feira do Bosque, solicitada à Prefeitura de Palmas, foi possível construir uma melhor análise da área, conforme evidenciado na Figura 17 e na Figura 18.

Figura 17 – Planta Baixa da Praça do Bosque



Fonte: Prefeitura de Palmas (2023).

Figura 18 – Legenda dos equipamentos elétricos Baixa da Praça do Bosque

	Poste com 1 luminária h= 6 m - 02 unidades
	Poste com 3 luminárias h= 6 m - 13 unidades
	Poste com 2 luminárias h= 3 m - 62 unidades
	Poste com 1 luminária h= 3 m - 05 unidades
	Poste com 2 luminárias 24 tomadas - 18 unidades
	Bancos cimento - 02 unidades
	Bancos madeira - 0 unidades

Fonte: Prefeitura de Palmas (2023).

Além da violação das diretrizes da NBR 13570, a operação da feira expõe feirantes e visitantes a riscos, devido à inadequação das instalações utilizadas no local. Em muitos casos, essas pessoas ficam expostas a perigos desconhecidos, pois os equipamentos presentes, como extensões elétricas; e os dispositivos ausentes, como o DR, aumentam a chance de um acidente no local. A falta de identificação dos circuitos e tomadas nos quadros de distribuição dificultam o desligamento dos circuitos adequados em possíveis condições de incidentes, o que compromete a eficácia das medidas de segurança.

7 PROPOSTAS DE MELHORIAS

Fica claro que, com base nos resultados obtidos, é essencial que ocorram implementações de ajuste nas instalações elétricas da Feira do Bosque. Dessa maneira, um dos objetivos deste estudo é oferecer à Prefeitura de Palmas uma sugestão de mudança na estrutura elétrica atual da Feira.

Inicialmente, é necessário a introdução de quadros individuais para cada barraca, os quais devem possuir circuitos de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico separados; todos devidamente aterrados, e os circuitos de tomadas precisam estar equipados com o Dispositivo Diferencial Residual. Essas medidas visam não apenas otimizar o funcionamento dos equipamentos, como também a garantia de uma melhor segurança e conforto da população que frequenta a Feira.

Assim, a NBR13570, que estabelece diretrizes e requisitos para a segurança de instalações elétricas em locais de aglomeração, é fundamental para garantir um ambiente seguro para todos os envolvidos. A conformidade com a norma; o uso de materiais de qualidade e certificados; o projeto elétrico correto; são itens essenciais para uma instalação de qualidade e uma boa garantia da segurança elétrica.

Relacionado a isso, é importante mencionar que um dos pontos principais desta readequação elétrica é a garantia que o local possua uma instalação segura, a fim de acomodar os usuários e trabalhadores da Feira, e promover a prevenção de possíveis acidentes e incêndios e a preservação dos equipamentos. Itens que as Normas específicas tratam como primordiais.

Ao adotar essa abordagem, o espaço em questão se tornará um local mais seguro, confiável e eficiente. Além disso, a proposta de implementação dos quadros individuais para cada barrada oferece a possibilidade de inclusão de novos circuitos no futuro, após os devidos estudos sobre viabilidade, caso o local necessite de uma demanda energética maior.

A Tabela 3 sintetiza os principais problemas, a Norma que trata do assunto e a sugestão de melhoria para cada ponto específico.

Tabela 3 - Proposta de melhoria da segurança elétrica da Feira do Bosque.

RESULTADOS DA INSPEÇÃO		
INSPECIONADO	NORMA	PROPOSTA DE MELHORIA
Contínuo uso de extensões	NBR13570	Remanejo e maior disponibilidade de tomadas para a diminuição dos usos das extensões.
Emendas nas extensões	NBR13570	Em caso específico de utilização, usar extensões sem emendas.
Cabos não certificados	NBR5410	Substituição dos cabos existentes por cabos devidamente certificados, com selo do INMETRO.
Quadros desprotegidos e não identificados	NBR13570	Utilização de alertas visuais de perigo e substituições por quadros novos fechados e com as devidas proteções.
Ausência de aterramento nos circuitos	NBR13570 e NBR5410	Obrigatoriedade de aterramento nas extensões.
Conexões comprometidas	NBR5410	Substituição por novas tomadas.
Identificação dos circuitos nos quadros parciais	NBR5410	Identificar os circuitos, separando os circuitos de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico.

Fonte: Autores (2023).

Em suma, este estudo revelou as problemáticas na conformidade das instalações elétricas da Feira do Bosque com as normas cabíveis e ofereceu uma proposta de melhoria com o objetivo de aprimorar a segurança elétrica no local.

8 CONCLUSÃO

Diante das análises realizadas, é evidente a necessidade de aprimorar as instalações elétricas da Feira do Bosque. Assim, esse estudo propõe à Prefeitura de Palmas uma renovação, que possui objetivo de atender às Normas vigentes, bem como, proporcionar um local mais seguro para os frequentadores.

A proposta principal se trata do implemento de novos quadros de distribuição individuais para cada barraca, de forma a permitir a separação dos circuitos de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico de maneira padronizada e, devidamente aterrados. Além disso, a inclusão de dispositivos diferenciais residuais nos circuitos é essencial para garantir a segurança elétrica e minimizar os riscos de acidentes.

Nesse contexto, a NBR 13570 se destaca como um guia indispensável para orientar as modificações necessárias. Ademais, a utilização de matérias de qualidade e a elaboração de um projeto elétrico adequado para as condições de demanda elétrica atual são fatores determinantes para assegurar a integridade das instalações.

Conclui-se, portanto, que a proposta de readequação elétrica não apenas atende aos requisitos normativos, como também, representa um compromisso com a segurança e o bem-estar dos visitantes e trabalhadores do local. Essa iniciativa pode corrigir as deficiências identificadas e estabelecer um padrão exemplar para instalações similares, promovendo a segurança elétrica em ambientes públicos.

REFERÊNCIAS

ABRACOPEL. **Como funciona o DR.** 16 jan. 2020. Disponível em: https://abracopel.org/download/como-funciona-o-dr/?doing_wp_cron=1701321899.2947690486907958984375 . Acesso em 12 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 13570**: informação e documentação: citações em documentos. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 5410**: informação e documentação: citações em documentos. Rio de Janeiro, 2004.

BOYLESTAD, Robert L. **Introdução à análise de circuitos**. 12ª ed. São Paulo: Pearson, 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3214, 08 de junho de 1978. **NR-1-DISPOSIÇÕES GERAIS E GERENCIAMENTO DE RISCOS OCUPACIONAIS**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

CAVALIN, G.; CERVELIN, S. **Instalações Elétricas Prediais**. 21ª ed. São Paulo: Érica, 2011.

CÂMERA COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELÉTRICA. **Balanço 2022**. 12 mar. 2023. Disponível em: https://www.ccee.org.br/o/ccee/documentos/CCEE_1068101. Acesso em: 12 nov. 2023.

COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações elétricas**: princípios e aplicações. 5ª ed. São Paulo: Pearson, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 15ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

DE SOUZA, Danilo Ferreira; MARTINHO, Edson; MARTINHO, Meire Biudes; MARTINS JR. Walter Aguiar (Org.). **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA 2023 – Ano base 2022**. Salto-SP: Abracopel, 2023. DOI: 10.29327/5194308

INTERNATIONAL ELECTROTCHNICAL COMMISSION. **IEC 60479-1: Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects**. 1ª ed. 2018.

KINDERMANN, G.; CAMPAGNOLO, J. M. **Aterramento Elétrico**. 3ª ed. Porto Alegre: Sagra – DC LUZZATTO, 1995.

MAMEDE FILHO, J. **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência**. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Geração de energia por fontes renováveis cresce em 2022**. 13.dez. 2022. Gov.com. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2022/12/geracao-de-energia-por-fontes-renovaveis-cresce-em-2022>. Acesso em 18 de outubro de 2023.

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

NISKIER, Júlio. **Manual de instalações elétricas**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

WILLIAM. **Disjuntor termomagnético**. 26 fev. 2019. WLELETRICA. Disponível em <<https://wleletricasorocaba.wordpress.com/2019/02/26/disjuntor-termomagnetico/>>. Acesso em 22 nov. 2023.

APÊNDICE A



Ao Sr.

Aldison Wiseman Barros de Lyra, Secretário de Desenvolvimento Econômico.

Ref.: Solicitação das plantas da Feira do Bosque da cidade de Palmas, Tocantins. Com o intuito de utilizá-las para a realização de estudo acadêmico, em trabalho de conclusão de curso

JUSTIFICATIVA

Asolicitação tem o intuito de requisitar as plantas da Feira do Bosque da cidade de Palmas Tocantins. Incluindo a planta baixa, planta luminotécnica e planta do projeto elétrico, com o objetivo de utilizá-las para a realização de estudo acadêmico, mais especificamente para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) dos alunos Mateus Emanuel Mendes Paiva e Heliabe Araújo Diniz Chaves, do curso de Engenharia Elétrica, na área de segurança elétrica, com base na NBR13570 – “Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos.”

Como estudantes e supervisionados por nosso orientador, estamos comprometidos em aprofundar nosso entendimento das instalações elétricas em espaços públicos, com intuito de contribuir para a melhoria da segurança e conformidade com as normas vigentes. A análise das plantas da Feira do Bosque é fundamental para o desenvolvimento desse projeto acadêmico e para o enriquecimento da pesquisa.

Os resultados e análises obtidos por meio deste trabalho de pesquisa, estarão disponíveis para acesso, caso a prefeitura tenha interesse em utilizá-los para estudos futuros e projetos voltados para a melhoria da segurança em ambientes públicos.

Certos de vossa atenção, antecipamos os agradecimentos.