

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

Matheus Dutra Sarmento

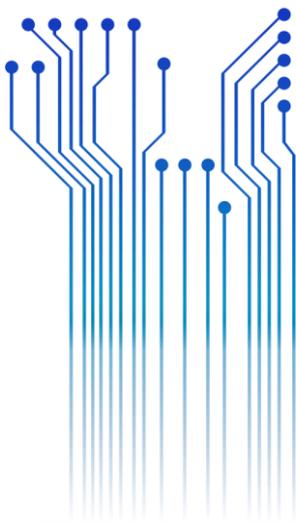


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
OS PADRÕES DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DURANTE FESTIVIDADES EM
ESPAÇOS ABERTOS AO PÚBLICO



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2022

MATHEUS DUTRA SARMENTO

OS PADRÕES DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DURANTE FESTIVIDADES EM ESPAÇOS ABERTOS
AO PÚBLICO

*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.*

Área de Concentração: Instalações Elétricas

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Orientador

Campina Grande
2022

MATHEUS DUTRA SARMENTO

OS PADRÕES DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DURANTE FESTIVIDADES EM ESPAÇOS ABERTOS
AO PÚBLICO

*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.*

Área de Concentração: Instalações Elétricas

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

Dedico este trabalho aos meus pais e minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Alcione, que com todas as dificuldades tanto de seu trabalho como professora quanto como mãe e provedora da família, ofereceu de tudo que ela pode dar a mim e a meu irmão toda nossa educação, conforto e sabedoria.

Agradeço ao meu irmão, Nathan, que me motivou a seguir o caminho inicial de minha carreira profissional e me ajudar durante a caminhada.

Agradeço aos antigos membros da Voltech, Túlio e Danilo, que me ajudaram a me reerguer durante um período muito difícil de minha vida e de minha graduação.

Agradeço aos meus amigos especiais que conto em meus dedos, sejam os que estão juntos comigo de longa data: Mateus, Bianca, Nathália e Adriennius ou a minha grande amiga Thamyris que levo de minha passagem acadêmica para a vida.

Por fim, agradeço também à minha família por todas suas palavras motivacionais, reconfortantes e sabedoria de vida para o início de meus passos na vida adulta.

*“Se avexe não...
Toda caminhada começa
No primeiro passo
A natureza não tem pressa
Segue seu compasso
Inexoravelmente chega lá...”*

Accioly Neto, Flávio José.

RESUMO

Notícias de acidentes elétricos durante festas populares são publicadas todos os anos por todo o Brasil, o que expõe irregularidades das instalações elétricas instaladas nesses locais que possuem grande movimentação de pessoas durante certas épocas do ano e a falta de fiscalização ou até metodologia qualitativa na mesma. Neste trabalho serão apresentados estudos em formatos de laudo técnico em dois locais festivos tradicionais na cidade de João Pessoa, o Largo do Tambaú e seus entornos e o Parque Solón de Lucena. Como resultado, irregularidades foram encontradas e recomendações para essas sugeridas com base nas normas técnicas vigentes da ABNT e Grupo Energisa. Além de avaliar as condições encontradas das instalações e de seus componentes, é estudada e sugerida a utilização da metodologia FMEA ou AMFE para a criação de uma avaliação de riscos destas instalações como base para a implementação de indicadores qualitativos por este trabalho sugeridos, os quais estudos podem ser aprofundados por trabalhos complementares futuros.

Palavras-chave: Instalações elétricas temporárias, laudo técnico, inspeções, FMEA, festividades, indicadores qualitativos.

ABSTRACT

Electrical accidents news during popular festivities are published every year throughout Brazil, which expose electrical installations faults in those places which presents high volume of attendants in specific seasons of the year and the lack of inspection or quality methodology at it. In this monography studies with technical reports format will be presented in two different traditional places in the city João Pessoa, the Largo de Tambaú and surroundings and the Parque Solón de Lucena. As a result, irregularities were found and recommendations for those were suggested to, biased in the ABNT and Grupo Energisa current technical standards. Besides the evaluation of the installations and its components found conditions, the use of FMEA or AMFE methodology is studied and suggested as usage of a risks' evaluation of these installations as base for implement of quality indexes by this work suggested, in which these studies can be enhanced by complementary future works.

Keywords: Temporary electrical installations, technical report, inspections, FMEA, festivities, quality indexes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Largo do Tambaú.....	22
Figura 2 - Foto do Largo do Tambaú durante o Natal de 2021	23
Figura 3 - Parque Solón de Lucena	24
Figura 4 - Parque de diversões na época natalina no parque Solón de Lucena	24
Figura 5 - Decorações de Natal no Parque Solón de Lucena.....	25
Figura 6 - Enfeite de Natal 1	26
Figura 7 - Haste de aterramento do enfeite 1 A.....	27
Figura 8 - Haste de aterramento do enfeite 1 B.....	28
Figura 9 - Pequenos pontos de ferrugem presentes no enfeite 1.....	28
Figura 10 - Junção das luzes do enfeite com pontos pontos de ferrugem no esqueleto do enfeite ao fundo	29
Figura 11 - Ligação do enfeite à rede elétrica A.....	30
Figura 12 - Ligação do enfeite à rede elétrica B.....	30
Figura 13 - Cabos próximos à copa de uma árvore A	31
Figura 14 - Cabos próximos à copa de uma árvore B.....	31
Figura 15 - Cabeamento entre duas árvores com possibilidade de contato com suas copas.....	32
Figura 16 - Caixa de entrada da instalação temporária do Largo do Tambaú	33
Figura 17 - Arame que impede o acesso ao dispositivo de seccionamento	33
Figura 18 - Arame que fecha a caixa de entrada do Largo do Tambaú	34
Figura 19 - Enfeite de Natal 2	34
Figura 20 - Alimentação do enfeite 2	35
Figura 21 - Aterramento do enfeite 2 A	35
Figura 22 - Aterramento do enfeite 2 B.....	36
Figura 23 - Cabeamento instalado em uma árvore	37
Figura 24 - Cabos expostos em pneu A.....	38
Figura 25 - Cabos expostos em pneu B.....	38
Figura 26 - Extensão com falha em instalação	38
Figura 27 - Ausência de qualquer equipamento impedidor de acesso à caixa de entrada do Parque Solón de Lucena	39
Figura 28 - Acesso ao dispositivo de seccionamento sem equipamento impedidor de acesso.....	40
Figura 29 - Caixa de entrada do Parque Solón de Lucena e caixa de passagem instalada no outro lado do poste	40
Figura 30 - Caixa de entrada avariada e sem dispositivos impeditivos de acesso	41
Figura 31 - Cabeamentos desprotegidos e em desconformidade às normas técnicas	41
Figura 32 - Fluxograma de continuação de estudos	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - índices de severidade.....	19
Tabela 2 - Índices de ocorrência.....	20
Tabela 3 - Índices de dificuldade de detecção de falhas.....	21
Tabela 4 - Tabela de índices de severidade propostos.....	42
Tabela 5 - Índices de severidade corrigidos.....	43
Tabela 6 - Tabela do índice de dificuldade de detecção de falha D.....	43
Tabela 7 - Tabela do índice de dificuldade de detecção de falha D - Continuação.....	44
Tabela 8 - Indicadores de qualidade sugeridos.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NBR	Norma Brasileira
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMFE	Análise de Modos de Falha e Efeitos
NPR	Nível Potencial de Risco

LISTA DE SÍMBOLOS

S	Índice de severidade
D	Índice de dificuldade de detecção de falha
O	Índice de ocorrência
Ic	Índice de correção
Sc	Índice de severidade corrigido
Iq	Índice de qualidade

SUMÁRIO

1	Introdução.....	14
1.1	Objetivos.....	15
1.1.1	Objetivo geral.....	15
1.1.2	Objetivos específicos.....	15
1.2	Motivação.....	15
2	Fundamentação teórica.....	16
2.1	Estudo em forma de laudo técnico.....	17
2.2	Aplicação do método AMFE.....	17
3	Locais de estudo.....	21
3.1	Largo do Tambaú.....	22
3.2	Parque Solón de Lucena.....	23
4	Estudos e análise de dados.....	25
4.1	Estudo em formato de laudo técnico.....	26
4.1.1	Largo de Tambaú.....	26
4.1.2	Parque Solón de Lucena.....	34
4.2	Aplicação da AMFE.....	42
4.3	Indicadores de qualidade das instalações.....	46
5	Conclusão.....	48
	Referências.....	49
	ANEXO A – Tabela AMFE.....	50
	ANEXO B.....	51

1 INTRODUÇÃO

Festas e aglomerações fazem parte da cultura humana, independentemente de onde estejam ou de sua origem. A Alocação de espaços para grande quantidade de festejantes exige um trabalho e instalação de estruturas que acomodam tal demanda e oferecem atrações de acordo com a festividade ou comemoração em questão, onde tal instalação deve ser a mais segura possível para evitar acidentes e perdas materiais ou humanas, que por causa do grande número de transeuntes possuem um grande potencial de letalidades.

Com as instalações de iluminações, maquinários entre outros equipamentos necessários para as festividades sem um acompanhamento ou planejamento adequado por serem tratadas como temporárias, ocorrências de acidentes, que poderiam ser evitados, são potencializadas.

Logo, neste trabalho serão apresentados estudos em dois locais diferentes, Largo de Tambaú e Parque Solón de Lucena em João Pessoa, durante a época de festividades do Natal. Estes estudos possuem o aspecto de laudo técnico inicialmente. Após, um estudo de análise de riscos com a metodologia *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) e por meio deste indicadores de segurança são sugeridos para aplicação em instalações festivas temporárias.

Entre as normas técnicas tomadas de base para as análises, as Normas Brasileiras (NBR), estão:

- **NBR 5410:2004** – Estabelece os critérios básicos das instalações elétricas de baixa tensão, estabelecendo critérios e padronizações a fim de garantia da segurança de equipamentos e vidas;
- **NBR 13570:1996** – Especificação de padrões e requisitos em instalações elétricas em locais com afluência ao público a fim de garantia da segurança de equipamentos e vidas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é realizar um estudo em formato de laudo técnico dos locais escolhidos, Largo de Tambaú e Parque Solón de Lucena, a fim de estabelecer indicadores de qualidade de instalações temporárias durante épocas de festividades.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar estudos em formato de laudos técnicos de conformidade dos locais de estudados citados em base às Normas Brasileiras (NBR) 5410:2004 e NBR 13570:1996;
- Sugerir mudanças e melhorias para os problemas identificados a partir dos estudos em formato de laudos técnicos;
- Estabelecer um método quantitativo de análise de riscos utilizando a metodologia FMEA;
- Sugerir indicadores de qualidade a partir dos resultados obtidos ou analisados por meio da análise de riscos.

1.2 MOTIVAÇÃO

Ao assumir meu primeiro trabalho por meio da empresa júnior e a medida que o avanço em minha graduação chegou mais perto de sua conclusão, passei a observar com o olhar mais crítico e técnico os ambientes do dia a dia, nas ruas, lugares públicos ou em casa.

Durante as festividades de São João, imaginei se haveria segurança o suficiente para a festividade, já que as instalações não seriam permanentes e que poderiam assim não haver uma conformidade exigida para a garantia da segurança do público em geral.

Ao observar notícias sobre acidentes em festividades e ver notícias de pessoas que sofreram choques elétricos em festas de Natal, São João ou outras festividades locais como dias de fundação ou aniversário da cidade, como ocorrido no recorte de notícia: *“Uma mulher de 20 anos que estava em uma festa junina caiu em uma poça de água, recebeu uma forte descarga elétrica e agora está internada em estado grave na UTI (Unidade de Terapia Intensiva) do Hospital Regional Wenceslau, em Piancó, a 390 km de João Pessoa (PB)”* (Mulher cai em poça d'água em festa junina, leva choque e é intubada na PB, 2022). Notei que deveria haver algum esforço para com as festividades tão comuns na nossa cultura visto que a afluência de um grande número de pessoas adiciona um risco de uma potencial perda de vidas em grande quantidade.

O fato ocorrido, assim como tantos outros, poderia, possivelmente, ser evitado caso uma inspeção mais rigorosa das instalações por meio de procedimentos pré-estabelecidos tivesse sido realizada, evitando assim o acidente ocorrido.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para realizar o objetivo proposto por este estudo de maneira eficaz e em congruência com as normas presentes no Brasil e na Paraíba, o estudo foi dividido em três etapas e em duas áreas teóricas específicas.

No primeiro trecho, será apresentado o conteúdo e normas técnicas utilizadas e necessárias para a realização de um estudo em forma de laudo técnico das instalações a serem analisadas por este documento. No segundo trecho, o desenvolvimento de uma análise de risco por meio da metodologia FMEA será estudada e desenvolvida a fim de estabelecer por meio dos resultados obtidos no estudo em formato de laudo técnico uma maneira de quantificar e identificar níveis de risco financeiros e à vida, caso haja dados suficientes para tal, a fim de se obter um método de quantificação para estabelecimento e proposta de indicadores que descreverão a possibilidade de funcionamento da instalação ou de parte dela. No último trecho, com base nos dados obtidos por meio da metodologia FMEA, indicadores serão propostos para qualificação da instalação ou parte dela para garantir um funcionamento pleno com segurança e garantia a vida de uma maneira mais ágil e assertiva.

2.1 ESTUDO EM FORMA DE LAUDO TÉCNICO

Para a formação de estudo estudo em questão, o formato de laudo técnico para por meio de uma inspeção visual, registros fotográficos e anotações para verificação de conformidade com as normas vigentes no Brasil, as normas técnicas da Associação Brasileiras de Normas Técnicas (ABNT) e as normas locais fornecidas pela distribuidora em gestão na cidade estudada, a Energisa Paraíba, as Normas de Distribuição Unificadas (NDU). Então, as normas específicas utilizadas direta ou indiretamente para a análise de dados são:

- **NBR 5410:2004** – Estabelece os critérios básicos das instalações elétricas de baixa tensão, estabelecendo critérios e padronizações a fim de garantia da segurança de equipamentos e vidas;
- **NBR 13570:1996** – Especificação de padrões e requisitos em instalações elétricas em locais com afluência ao público a fim de garantia da segurança de equipamentos e vidas;
- **NDU 001** – Especificação dos padrões e requisitos em instalações elétricas de baixa tensão em acesso à concessionária Energisa Paraíba, estabelecendo critérios mais específicos e padronizações a fim da garantia da segurança de equipamentos e vidas.

2.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO AMFE

Para a obtenção de algo qualitativo para a avaliação de riscos que serão utilizadas como base para ordenação das instalações ou de partes desta nos indicadores qualitativos que serão propostos, a metodologia utilizada será a *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) ou em uma tradução livre, Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE).

A metodologia consiste na adoção de medidas de predição, correção ou sugestão e quantificação por meio de três fatores. Ao utilizar a AMFE, é possível classificar quais pontos são mais críticos em nível de risco e portanto assumir um nível prioritário maior para futura intervenção para solução ou amenização dos problemas encontrados.

A metodologia foi desenvolvida inicialmente para aplicação em processos, mas foi adotado para outros produtos ou serviços, como a utilização em circuitos elétricos.

A implementação da metodologia para acompanhamento de projeto AMFE deve então ser utilizado pela equipe de engenharia a fim de assegurar os principais mecanismos de falhas e seus efeitos, segundo (MOURA, 2000). Entretanto, para (PALADY, 1997), o processo pode também ser usado em menor escala.

Para sua realização, após escolhidos os equipamentos, instalações ou processos, um formulário deve ser preenchido tal qual os pontos devem ser preenchidos:

- Equipamento, instalação ou processo inspecionado;
- Tipo de falha de provável ocorrência;
- Efeitos da potencial falha;
- Nível de severidade da falha;
- Causas da falha indicada;
- Nível de ocorrência da falha;
- Controles atuais sobre o equipamento, instalação ou processo inspecionado;
- Nível de detecção;
- Ações corretivas recomendadas ou sugeridas e seus responsáveis (caso haja alguma divisão);
- Revisão das ações corretivas recomendadas ou sugeridas.

Com os pontos para serem preenchidos, o formulário apresentado em anexo A deve ser preenchido com as devidas informações.

Os indicadores de Severidade, Ocorrência e Detecção são os pontos mais importantes para se definir o Nível Potencial de Risco (NPR). Os três indicadores citados assumem valores de 1 a 10, onde 1 significa o nível menos preocupante de risco e 10 o oposto. O NPR é então definido pela multiplicação entre os três índices e indica então o caráter de urgência para cumprimento de medidas corretivas, o que permite a organização de gerenciamento de manutenção e das situações encontradas nos locais ou equipamentos monitorados.

Os índices de Severidade, Ocorrência e Detecção são sugeridos por tabelas propostas com base em (BEN-DAYA e RAOUF, 1996) que podem ser futuramente modificadas a partir da necessidade da situação ou ambiente a ser estudado.

Tabela 1 - índices de severidade

Severidade presente	Pontuação
Não há conhecimento sobre	1
Baixo risco presente	2 ou 3
Risco razoável de perdas materiais	4 a 6
Baixo risco de vida com riscos altos ou razoáveis de perdas materiais	7 ou 8
Altos riscos tanto de vida quanto de perdas materiais	9 ou 10

Fonte: (BEN-DAYA e RAOUF, 1996)

Tabela 2 - Índices de ocorrência

Probabilidade de ocorrência	Chance de ocorrência	Pontuação
Remota	~ 0	1
Baixa	$\frac{1}{20000}$	2
	$\frac{1}{10000}$	3
Moderada	$\frac{1}{2000}$	4
	$\frac{1}{1000}$	5
	$\frac{1}{200}$	6
Alta	$\frac{1}{100}$	7
	$\frac{1}{20}$	8
Muito Alta	$\frac{1}{10}$	9
	$\frac{1}{2}$	10

Fonte: (BEN-DAYA e RAOUF, 1996)

Tabela 3 - Índices de dificuldade de detecção de falhas

Probabilidade de não detecção de falhas	Chance de detecção	Pontuação
Remota	< 5%	1
Baixa	5% a 15%	2
	15% a 25%	3
Moderada	25% a 35%	4
	35% a 45%	5
	45% a 55%	6
Alta	55% a 65%	7
	65% a 75%	8
Muito Alta	75% a 85%	9
	≥85%	10

Fonte: (BEN-DAYA e RAOUF, 1996)

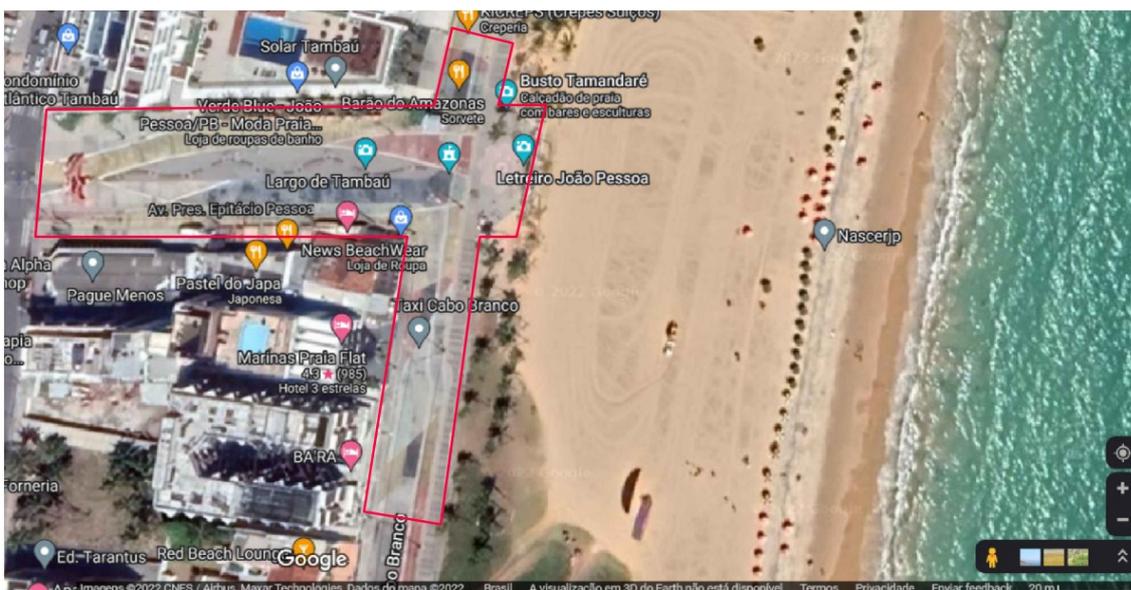
3 LOCAIS DE ESTUDO

Para o início do estudo, foram escolhidos dois locais públicos na cidade de João Pessoa, Paraíba, que possuíam instalações temporárias natalinas. Os locais escolhidos foram o Largo de Tambaú e o Parque Solón de Lucena. A razão de escolha desses dois locais foi a grande quantidade de pessoas recebidas todos os dias durante os meses de Dezembro e Janeiro junto a presença de atrações turísticas, como bares, restaurantes e parques de diversões temporários durante a festividade.

3.1 LARGO DO TAMBAÚ

O trecho escolhido envolve a região do Largo do Tambaú, parte da Orla do Cabo Branco, na cidade de João Pessoa. A área estimada de estudo foi de 5.675 m² durante os meses de Dezembro e Janeiro. O espaço estudado é apresentado na figura abaixo.

Figura 1 - Largo do Tambaú



Fonte: Google Maps.

O espaço é de grande importância para os moradores da região e para a influência do turismo, visto que há vários empreendimentos como hotéis, bares e restaurantes ao redor e distribuídos por toda a orla da cidade. No local, a instalação permanente consiste basicamente de postes de iluminação, com exceção a presença de um letreiro, que também é uma instalação permanente na região.

Durante os meses de Dezembro e Janeiro, iluminações e decorações de Natal são instaladas no local tal qual estas possuem uma ligação elétrica temporária que podem sofrer não só com a grande presença de pessoas do local, mas também com o efeito da maresia por conta de sua proximidade com o mar.

Figura 2 - Foto do Largo do Tambaú durante o Natal de 2021

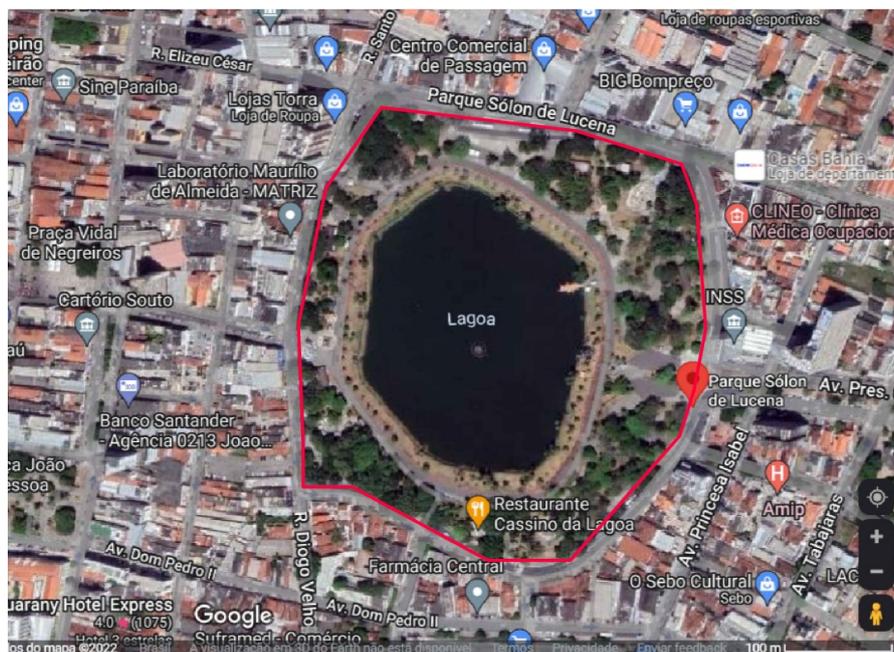


Fonte: Secom-JP

3.2 PARQUE SOLÓN DE LUCENA

O Parque Solón de Lucena é o ponto central da cidade de João Pessoa. O parque possui uma área de aproximadamente 138.079 m², tal que o ponto central é uma lagoa artificial. Ao redor da lagoa, há vários caminhos para passeio, restaurantes e vendas locais junto a banheiros públicos, parques infantis e postos da guarda municipal como instalações permanentes. Além dessas instalações, todo o sistema de iluminação é composto por luzes no centro da lagoa e por postes de iluminação, sejam postes altos ou postes baixos. A vista de satélite do Parque Solón de Lucena é mostrada a seguir.

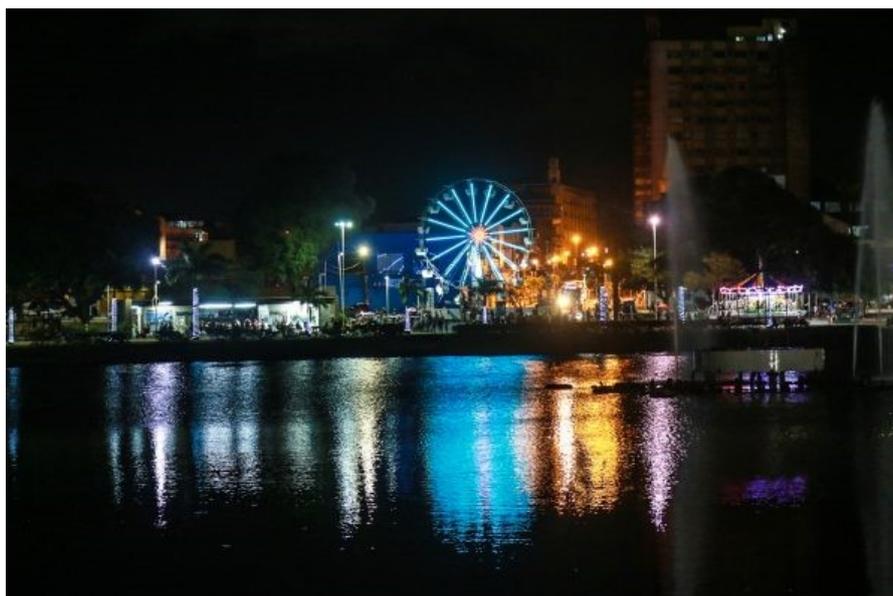
Figura 3 - Parque Solón de Lucena



Fonte: Google Maps.

Durante os meses de Dezembro e Janeiro, grandes instalações temporárias da festividade de Natal são instaladas ou no parque inteiro ou em alguns pontos específicos do parque, o que atrai milhares de pessoas para o parque. Além das instalações de decorações e iluminações tradicionais, parques de diversão são normalmente instalados, não exclusivamente apenas no Natal, mas no dia da cidade também, por exemplo.

Figura 4 - Parque de diversões na época natalina no parque Solón de Lucena



Fonte: Secom-JP

Figura 5 - Decorações de Natal no Parque Solón de Lucena



Fonte: Portal T5

Uma das grandes preocupações com o parque é a proximidade com a lagoa, que durante épocas de chuvas pesadas possuía a tendência a inundar e cobrir parte do parque em suas águas. Embora as épocas de festividades sejam normalmente de baixa pluviosidade junto à recente obra de revitalização do parque para que tais inundações sejam evitadas, não é um risco a ser descartado em vista ao histórico de inundações anteriores.

4 ESTUDOS E ANÁLISE DE DADOS

A primeira fase do trabalho consiste em um estudo com formato de laudo técnico, onde anotações e fotografias foram feitas em ambos os locais de estudo com o objetivo de traçar falhas nas instalações temporárias presentes na data de visita, dias 28 de Dezembro de 2021 no Largo de Tambaú e em 02 de Janeiro de 2022 no Parque Solón de Lucena, época em que as instalações ainda estavam presentes.

A segunda fase do trabalho consiste na análise dos dados da primeira fase e na implementação, caso possível com os dados obtidos por meio deste trabalho ou por outras fontes com instalação semelhantes nos mesmos locais, caso exista, da AMFE.

A terceira fase do trabalho consiste em propor o estabelecimento de índices qualitativos das instalações ou partes das instalações temporárias a fim de criar ou estabelecer uma metodologia de qualificação e sugestão de funcionamento ou fechamento das instalações presentes.

4.1 ESTUDO EM FORMATO DE LAUDO TÉCNICO

Neste trecho, serão estudados ambos os locais e realizados o estudo em formato de laudo técnico com base nas normas presentes que regem as instalações elétricas nos locais, NBR 13570 (ABNT, 1996), NBR 5410 (ABNT, 2004) e NDU 001 (GRUPO ENERGISA, 2020) e sugestões e recomendações serão propostas para cada anormalidade ou desconformidade com tais normas.

4.1.1 LARGO DE TAMBAÚ

A análise que consiste na inspeção visual dos componentes elétricos de caráter temporário instalados, como enfeites, luminárias e luzes. São analisados assim a conformidade das instalações com as normas técnicas regentes no local.

O primeiro item estudado foi um enfeite redondo e gradeado com luzes de led enrolados em seu esqueleto metálico, onde as pessoas podem entrar no centro do enfeite e tirar fotografias. O enfeite é alimentado via aérea por cabamentos instalados em uma árvore próxima.

Figura 6 - Enfeite de Natal 1



Fonte: Próprio autor.

Na inspeção foi possível observar uma no aterramento dos enfeites em questão uma inconformidade de instalação de acordo à NBR 5410 (ABNT, 2004), item 6.4.1.1.1. O item determina alguns métodos de instalações de hastes ou malhas de aterramento para as instalações, mas a nota de rodapé do mesmo item define:

Outras soluções de aterramento são admitidas em instalações temporárias; em instalações em áreas descobertas, como em pátios e jardins; em locais de acampamento, marinas e instalações análogas; e na reforma de instalações de edificações existentes, quando a adoção de qualquer das opções indicadas em 6.4.1.1.1 for impraticável.

O fato que chama a atenção é que a haste de aterramento não está totalmente enterrada em solo, onde parte da mesma está aparentemente entortada. Essa condição alerta para uma possível inconformidade no quesito de segurança, em vista que há possibilidade de uma alta resistividade do solo, o que reduz a efetividade do sistema de proteção e equipotencialização presente na decoração em questão além de criar o risco de choque com as pessoas que possam estar em passagem próxima ao enfeite em questão.

Não se é possível saber qual exatamente é a haste de aterramento e suas características exceto o exposto pela inspeção visual.

Figura 7 - Haste de aterramento do enfeite I A



Fonte: Próprio autor.

Figura 8 - Haste de aterramento do enfeite 1 B



Fonte: Próprio autor.

Recomendação: Instalar uma nova haste, que não tenha nenhum tipo de deformidade, de tal forma que não haja qualquer dano à integridade da mesma, o que pode ocasionar problemas como a quebra ou redução da vida útil da mesma.

O segundo problema encontrado no mesmo enfeite foi a situação da pintura e condições da estrutura metálica. Por todo o enfeite foram encontrados pontos de ferrugem com potencial cortante e de possível vetor de infecção de tétano. Em vista que há contato direto de transeuntes com os enfeites por conta das características e função deste, embora não seja um risco diretamente relacionado a instalações elétricas é algo que deve ser visto e apontado, como visto também na Figura 8 - Haste de aterramento do enfeite 1 .

Figura 9 - Pequenos pontos de ferrugem presentes no enfeite 1



Fonte: Próprio autor.

Figura 10 - Junção das luzes do enfeite com pontos pontos de ferrugem no esqueleto do enfeite ao fundo



Fonte: Próprio autor.

Recomendação: Realizar a substituição da haste de aterramento e após instalação, realizar um ensaio de resistividade do solo para garantir uma resistência aceitável, abaixo de 10Ω para o caso mais básico. A instalação de uma barra de cobre nu de 16x2400 mm possui uma alta probabilidade de êxito além de fácil comercialização, o que torna possível sua utilização neste caso.

O terceiro potencial problema está na ligação do enfeite com a rede elétrica. Por a natureza do enfeite ser um esqueleto metálico, existe a possibilidade de escalada e acesso ao ponto mais superior do mesmo, o que levanta o risco de uma descarga elétrica caso a fita isolante que realizar a junção seja ou esteja por algum motivo rompida, exibindo assim cabeamento exposto.

Figura 11 - Ligação do enfeite à rede elétrica A



Fonte: Próprio autor.

Figura 12 - Ligação do enfeite à rede elétrica B



Fonte: Próprio autor.

Recomendação: Modificar a junção do enfeite em questão para conectores que dificultem fácil acesso a parte desprotegida do cabeamento, o que torna o contato direto mais difícil e ajuda a prevenir uma possível falha ou extravio de cabeamento do enfeite.

Em relação aos cabeamentos de alimentação temporária de toda a área vistoriada, toda a ligação é feita de forma aérea, com cabos guia de acordo com o método de instalação 17 presente na NBR 5410 (ABNT, 2004) ou com subidas de cabeamento de acordo com o método de instalação 11 presente na mesma norma técnica. Todos os cabos aparentam ser do mesmo tipo e com o mesmo envoltório. Não há passagens subterrâneas ou de algum outro método de instalação destacado na NBR 5410 (ABNT, 2004) ou NBR

13570 (ABNT, 1996). É observado também que em nenhum momento, exceto em suas decidas, a altura dos cabos é abaixo de 2,5 m, de acordo com a NBR 13570 (ABNT, 1996).

Durante a inspeção, foi verificado um possível problema no cabeamento instalado para a alimentação dos enfeites em questão. Durante uma sessão dos cabos, há uma grande proximidade às copas das árvores nas quais os cabos estão apoiados, conforme visto nas fotografias abaixo.

Figura 13 - Cabos próximos à copa de uma árvore A



Fonte: Próprio autor.

Figura 14 - Cabos próximos à copa de uma árvore B



Fonte: Próprio autor.

Figura 15 - Cabeamento entre duas árvores com possibilidade de contato com suas copas



Fonte: Próprio autor.

Recomendação: Abaixar os cabos que se apresentam nessa situação, desde que estejam a cima de 2,5 m ao solo de referência para que o contato com as copas das árvores seja evitado ao máximo.

A entrada temporária das instalações natalinas é feita por uma caixa previamente instalada em um poste próximo para eventuais eventos e instalações festivas e temporárias com o mesmo ou semelhante contexto. A descida da alimentação fornecida pela concessionária é por meio do próprio poste e entra na caixa por sua parte inferior, enquanto a alimentação temporária sai pela parte também inferior da caixa, de lado oposto à entrada da alimentação da concessionária. A caixa é transparente e não possui medidor, o que indica que não é de fato o padrão de entrada do Largo de Tambaú, mas um local próprio para a instalação de seções temporárias. O dispositivo de seccionamento presente é do tipo de curva C, de 40 A da fabricante Soprano e no interior da caixa há presença de trechos do cabeamento sem isolamento. O seccionamento é somente entre fases, não há seccionamento do neutro da instalação

Durante a vistoria, a caixa apresentou a falha de maior risco da instalação. Como é possível ver na figura abaixo, o lacre da caixa é realizado somente por pedaços de arames, onde deveriam ser cadeados ou um lacre de maior dificuldade de acesso ao público em geral, já que para abrí-la na situação encontrada, não há necessidade de qualquer tipo de ferramenta. Essa brecha na segurança da caixa permite então fácil acesso não só aos cabos, onde alguns estão desprotegidos, como também ao dispositivo de seccionamento da instalação, o que permite que esta seja completamente desligada sem maiores dificuldades para seu acesso.

Figura 16 - Caixa de entrada da instalação temporária do Largo do Tambaú



Fonte: Próprio autor.

Figura 17 - Arame que impede o acesso ao dispositivo de seccionamento



Fonte: Próprio autor

Figura 18 - Arame que fecha a caixa de entrada do Largo do Tambaú



Fonte: Próprio autor.

Recomendação: Substituição dos arames por lacres devidos que não permitam fácil acesso, como cadeados ou lacres de plástico que não permitem abertura sem rompimento ou abertura do sistema de trancamento.

4.1.2 PARQUE SOLÓN DE LUCENA

O primeiro item estudado no local foi o enfeite de Natal semelhante ao enfeite presente no Largo do Tambaú ilustrado pela Figura 6 - Enfeite de Natal 1. Os enfeites estavam distribuídos apenas na entrada principal do parque, instalados diretamente sobre a grama.

Figura 19 - Enfeite de Natal 2



Fonte: Próprio autor.

Durante a inspeção, foi observado que a alimentação deste enfeite, assim como no outro local, é pela parte superior do ornamento, mas diferentemente daquele, não há uma descida próxima para a fiação, mas sim uma subida proveniente de um poste próximo. Há grandes possibilidades de que o cabeamento de alimentação, neste caso, esteja abaixo dos 2,5 m exigidos na NBR 13570 (ABNT, 1996). Além disso, a junção do cabeamento que alimenta os enfeites aparenta ter melhor qualidade de acabamento, embora ainda use fitas isolantes.

Figura 20 - Alimentação do enfeite 2



Fonte: Próprio autor.

O aterramento de todos os enfeites presentes estavam ligados ao aterramento permanente de postes próximos em caixas de passagens de concreto, obedecendo assim as normas de aterramento na NBR 5410 (ABNT, 2004), mesmo que estes sejam aterramentos temporários.

Figura 21 - Aterramento do enfeite 2 A



Fonte: Próprio autor.

Figura 22 - Aterramento do enfeite 2 B



Fonte: Próprio autor.

Recomendação: Caso possível, realizar elevação do cabo de alimentação para que a descida comece acima do limite de 2,5 m de altura ao solo de referência. Caso não seja possível, modificar a alimentação da decoração em questão para uma alimentação subterrânea ou via terrestre por meio do poste imediatamente ao lado do enfeite tal que o cabo esteja protegido contra choques mecânicos, por meio de canaletas ou condutos fechados conforme apontados no item 4.2.4 da NBR 13570 (ABNT, 1996).

Em trechos da instalação do parque, vários cabeamentos de alimentação foram identificados de maneira irregular. Segundo a NBR 13570 (ABNT, 1996), em locais com grande afluência ao público, os cabeamentos devem:

a) no caso de linhas constituídas por cabos fixados em paredes ou em tetos, estas devem estar situadas de forma a não serem acessíveis, nas situações previstas de utilização do local, a pessoas não advertidas ou não qualificadas, respeitando-se a altura mínima de 2,50 m do piso acabado, e os cabos devem ser resistentes à chama, sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos e corrosivos;

b) no caso de linhas constituídas por cabos em condutos abertos, estas devem estar situadas de forma a não serem acessíveis, nas situações previstas de utilização do local, a pessoas não advertidas ou não qualificadas e os cabos e condutos devem ser resistentes à chama, sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos e corrosivos;

c) no caso de linhas constituídas por cabos em condutos fechados, os cabos devem ser resistentes à chama, sob condições simuladas de incêndio, e os condutos devem ser resistentes à chama, sob condições simuladas de incêndio, livres de halogênios e com baixa emissão de fumaça e gases tóxicos e corrosivos.

Durante os trechos, os casos mais graves de instalação são:

- i. Em uma árvore tal qual além de não haver uma organização sobre divisão de cabos ou circuitos, não obedecem a altura mínima de 2,5 m do piso acabado;

Figura 23 - Cabeamento instalado em uma árvore



Fonte: Próprio autor.

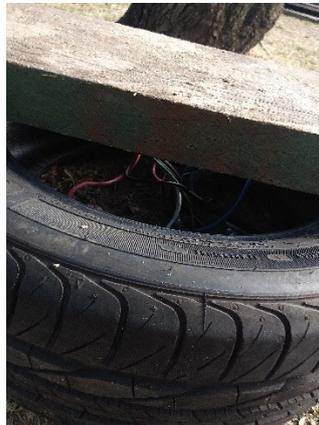
- ii. Cabos de alimentação expostos (sem a camada isolante externa) presentes em um pequeno parque para crianças cobertos apenas por um pneu velho e algumas tábuas, com um altíssimo potencial de acidente devido não só as condições encontradas, mas também pela localização com um grande volume de crianças pequenas nas proximidades;

Figura 24 - Cabos expostos em pneu A



Fonte: Próprio autor.

Figura 25 - Cabos expostos em pneu B



Fonte: Próprio autor.

- iii. Uso de extensões na instalação temporária sem que haja o impedimento maior de desconexão de toda a extensão ou de parte das tomadas nela ligadas.

Figura 26 - Extensão com falha em instalação



Fonte: Próprio autor.

Recomendações: Para o primeiro problema enumerado anteriormente, adaptar o cabeamento para estar a uma altura superior à 2,5 m, seja com a instalação de uma haste no local ou realocação do cabeamento para um poste próximo. Para o segundo problema enumerado, O cabeamento deve ser retirado e refeito tal que as junções dos cabos seja feita em uma área fora de acesso ao público, como uma caixa de passagem ou conectores, além de adaptar a fiação para realizar uma passagem aérea, subterrânea ou devidamente protegida por eletrodutos e condutos. Para o terceiro problema, a aplicação de conectores mais resistentes ou a aplicação de fita isolante em todos os pontos presentes ligados à tomada podem ser adotados.

Durante o estudo, foram identificados dois pontos diferentes de entrada para as instalações presentes no local, localizadas uma na entrada principal do parque e a outra na lateral do parque correspondente ao parque de diversões instalado.

A primeira caixa do padrão de entrada possui um disjuntor Soprano de 100 A de curva tipo C. Esta alimenta o parque de diversões instalado no parque. A caixa é do padrão transparente, semelhante à caixa encontrada no Largo do Tambaú.

Durante a vistoria, a caixa apresentou falhas em seu fechamento, tal qual não possuía qualquer tipo de impedimento mecânica para sua abertura, como cadeados ou lacres em sua tampa e no compartimento do dispositivo de seccionamento.

Figura 27 - Ausência de qualquer equipamento impedor de acesso à caixa de entrada do Parque Solón de Lucena



Fonte: Próprio autor.

Figura 28 - Acesso ao dispositivo de seccionamento sem equipamento impedor de acesso



Fonte: Próprio autor.

Recomendação: Instalar equipamentos de impedimento de acesso, como cadeados ou lacres para evitar o fácil acesso à caixa ou ao dispositivo de seccionamento.

A segunda caixa de entrada apresenta as mesmas características das outras, mas não possui qualquer dispositivo de seccionamento instalado, o que não indica uma falta de proteção do circuito. Após a saída da caixa de entrada, há uma caixa de passagem a qual não foi possível o acesso a esta caixa.

Figura 29 - Caixa de entrada do Parque Solón de Lucena e caixa de passagem instalada no outro lado do poste



Fonte: Próprio autor.

Ao se realizar a inspeção, avaliou-se a avaria na caixa de entrada em sua tampa, a qual possuía um buraco, o que permite o acesso facilitado a seus componentes. Além da avaria, não há qualquer dispositivo que impessa a abertura de sua tampa e assim o acesso aos seus circuitos. Não há também um dispositivo de seccionamento presente na caixa, mas não se pode afirmar que não há no circuito devido a presença da caixa de passagem

que fica imediatamente atrás da caixa de entrada, onde esta caixa de passagem pode possuir os devidos dispositivos de segurança e seccionamento requeridos pela NDU 001 (GRUPO ENERGISA, 2020) devido a impossibilidade de acesso ao interior da caixa.

Figura 30 - Caixa de entrada avariada e sem dispositivos impeditivos de acesso



Fonte: Próprio autor.

Recomendação: Realizar a troca da tampa da caixa de entrada ou de todo o equipamento e adicionar o equipamento devido para o lacre da caixa, seja por um cadeado ou um lacre.

Logo abaixo da caixa de entrada acima, vários cabamentos de alimentação, que saem da caixa de passagem, não possuem qualquer tipo de proteção mecânica segundo as normas NBR 5410 (ABNT, 2004) ou NBR 13570 (ABNT, 1996).

Figura 31 - Cabamentos desprotegidos e em desconformidade às normas técnicas



Fonte: Próprio autor.

Recomendação: Caso haja passagem por solo, realizar a instalação de condutos fechados ou então um remanejamento da instalação para o tipo aérea a 2,5 m do piso acabado.

4.2 APLICAÇÃO DA AMFE

A fim de estabelecer indicadores de qualidade para as instalações estudadas, um método deve ser aplicado para que haja uma base única para obtenção de uma quantificação ou classificação que será utilizada nos indicadores propostos.

Para a utilização do AMFE, algumas alterações devem ser feitas para a aplicação em instalações elétricas e em locais de afluência ao público, junto com a definição de suas medidas de quantificação de risco. As alterações devem ocorrer nos índices de severidade S, dificuldade de detecção de falha D e ocorrência O.

O índice de severidade proposto terá uma escala modificada da original proposta (BEN-DAYA e RAOUF, 1996), adaptada segundo o escalonamento de riscos materiais para riscos de vidas. A adaptação proposta é apresentada na tabela abaixo.

Tabela 4 - Tabela de índices de severidade propostos

Nível de severidade conhecido	Pontuação
Não há conhecimento sobre	1
Baixo risco de perdas materiais	2 ou 3
Risco razoável de perdas materiais	4 ou 5
Risco alto de perdas materiais	6
Risco baixo de perdas de vidas	7
Risco razoável de perdas de vidas	8
Risco alto de perdas de vidas	9
Risco iminente de perdas de vidas	10

Fonte: Próprio autor.

Entretanto, a adoção de tais pontuações podem causar problemas no momento de indicação de segurança, em vista que problemas com riscos iminentes podem ficar abaixo em uma escala de urgência caso haja fácil detecção da falha ou baixos níveis de ocorrência. Em vista deste problema, uma sugestão é adotar índices de correção I_c de

acordo com o tipo de risco que o problema apresenta, o qual será multiplicado ao índice de severidade S , segundo a equação:

$$S = I_c \cdot S \quad (1)$$

Os índices de correção sugeridos são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5 - Índices de severidade corrigidos

Nível de severidade conhecido	Pontuação original S	Índice de Correção I_c	Pontuação corrigida S_c
Não há conhecimento sobre	1	1	1
Baixo risco de perdas materiais	2 ou 3	1	2 ou 3
Risco razoável de perdas materiais	4 ou 5	15	60 ou 75
Risco alto de perdas materiais	6	20	120
Risco baixo de perdas de vidas	7	25	175
Risco razoável de perdas de vidas	8	50	400
Risco alto de perdas de vidas	9	75	675
Risco iminente de perdas de vidas	10	100	1000

Fonte: Próprio autor.

Para o índice de dificuldade de detecção de falha, a Tabela 3 - Índices de dificuldade de detecção de falhas, sugerida por (BEN-DAYA e RAOUF, 1996) satisfaz a necessidade para este requisito, apenas com a leve mudança de chances de detecção para histórico de detecção de falha ou sua probabilidade segundo fabricante, caso haja.

Tabela 6 - Tabela do índice de dificuldade de detecção de falha D

Probabilidade de não detecção de falhas	Taxa de dificuldade de detecção de falha D	Pontuação
Remota	< 5%	1
	5% a 15%	2
Baixa	15% a 25%	3
	25% a 35%	4
Moderada	35% a 45%	5
	45% a 55%	6

Fonte: (BEN-DAYA e RAOUF, 1996)

Tabela 7 - Tabela do índice de dificuldade de detecção de falha D - Continuação

Probabilidade de não detecção de falhas	Taxa de dificuldade de detecção de falha D	Pontuação
Alta	55% a 65%	7
	65% a 75%	8
Muito Alta	75% a 85%	9
	≥85%	10

Fonte: (BEN-DAYA e RAOUF, 1996)

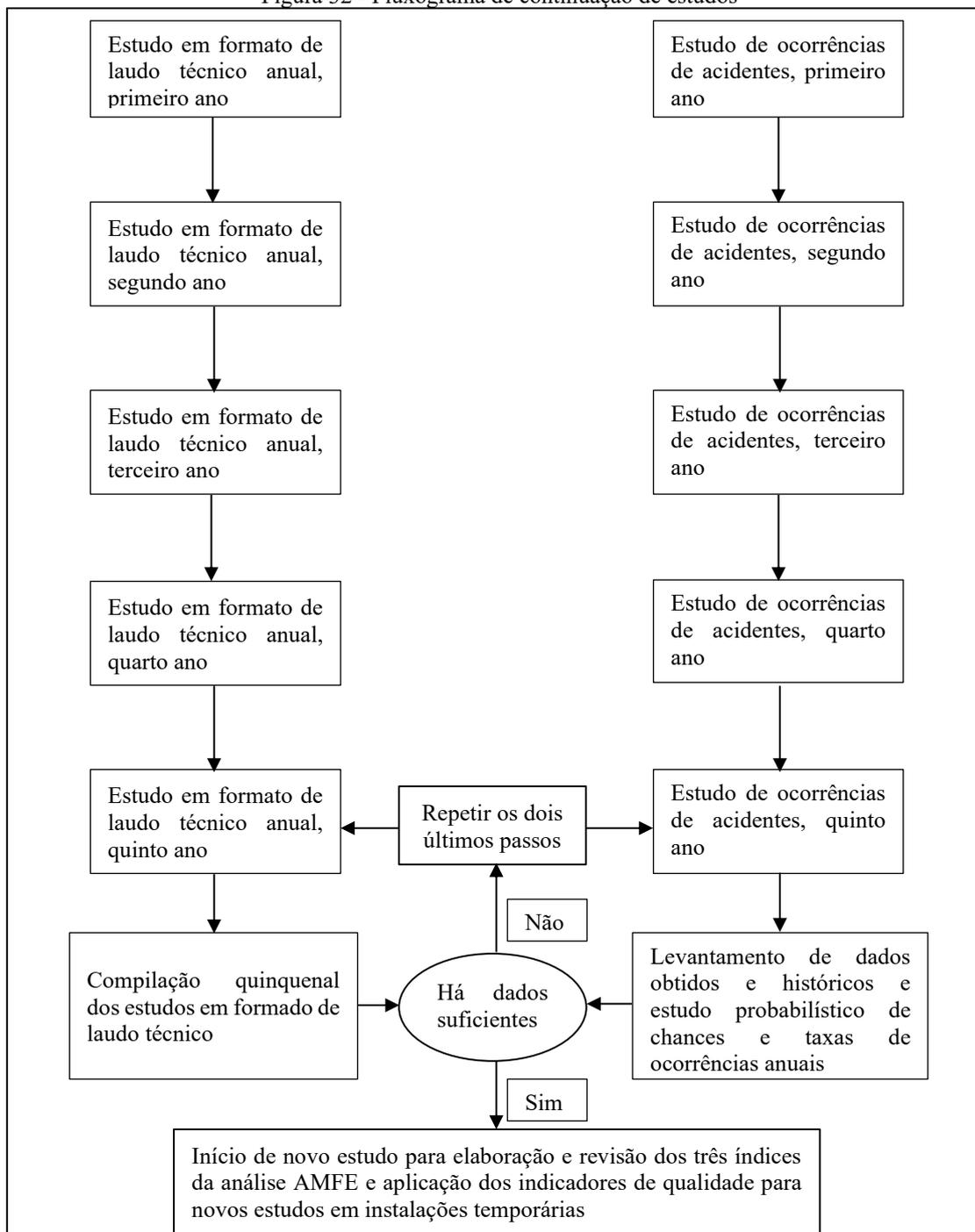
Para o último índice, o índice de ocorrência, não foi possível realizar uma proposta de elaboração apenas com os dados obtidos durante a decorrência deste trabalho. Não foram encontrados outros estudos ou fontes com dados sobre ocorrências de acidentes e suas causas em instalações temporárias em características semelhantes que por este trabalho foram estudadas. As informações mais próximas obtidas foram sobre ocorrências de acidentes de origem elétrica sem especificação (todos os acidentes registrados) ocorridos no país, como apresentado pela Associação Brasileira para a Conscientização dos Perigos da Eletricidade, Abracopel em seu anuário estatístico (MARTINHO, MARTINHO e DE SOUZA, 2022), presente em Anexo A.

Uma proposta de elaboração de uma tabela do índice de ocorrência seria por meio de informações de equipamentos dos próprios fabricantes em questão para cada uma das instalações, considerando suas vidas úteis, datasheets e informações técnicas tais quais é necessário uma obtenção de uma lista detalhada de equipamentos instalados, seja por meio da leitura das licitações ou documentações fornecidas pelas prefeituras ou organizadores locais ou por meio de um estudo estatístico entre os equipamentos mais comuns no mercado que tenham características semelhantes, o que abre então a possibilidade para um estudo futuro para a complementação e conclusão deste.

Em vista da impossibilidade atual para a obtenção desta última tabela de índices, é possível a sugestão de um cronograma de continuação para obtenção de dados suficientes para a continuação deste estudo por meio de análises estatísticas em adaptação ao critério de escolha para os valores variantes de 1 a 10, como proposto por (BEN-DAYA e RAOUF, 1996). Para tal, um fluxograma sugerido pode ser um guia de continuação e conclusão deste trabalho.

A continuação pode ser feita com coleta de dados anuais por estudos em formato de laudo técnico para obtenção das características das instalações junto à criação de um banco de dados sobre acidentes elétricos ocorridos em instalações com características semelhantes por este trabalho estudadas. Abaixo, um fluxograma sugerido para a continuação deste estudo é apresentado.

Figura 32 - Fluxograma de continuação de estudos



Fonte: Próprio autor.

4.3 INDICADORES DE QUALIDADE DAS INSTALAÇÕES

Os indicadores de qualidade terão como função atribuir um nível mínimo e objetivo da situação da segurança da instalação temporária analisada ou de parte específica desta. Para que a sugestão feita nesta seção seja válida, é preciso admitir que o índice de ocorrência I_c varie de 1 a 10, assim como apresentado na Tabela 2 - Índices de ocorrência.

Cinco indicadores são propostos a fim de classificar, onde os dois indicadores iniciais indicam um nível de segurança suficiente para continuação da atividade da instalação e os últimos três indicadores indicarão níveis de segurança insuficiente para funcionamento de parte da instalação ou da instalação completa, a depender da maneira e divisão de circuitos adotados e vistoriados na instalação como um todo.

A faixa de pontuação será dada pela multiplicação dos três indicadores, severidade corrigida S_c , dificuldade de detecção de falha D e ocorrência O , resultando assim no índice de qualidade I_q segundo a equação:

$$I_q = S_c \cdot D \cdot O \quad (2)$$

Com a obtenção deste índice, é possível então tomar a medida sugerida de acordo com os indicadores de qualidade propostos a fim de manter o nível de segurança da instalação e do público presente durante a festividade ou evento em questão em realização no local. Por meio da AMFE é possível então sugerir correções para a parte da instalação ou equipamento inspecionado enquanto o indicador de qualidade classifica uma instalação ou parte da instalação em geral, o que auxilia na procedência e nas ações a serem tomadas e consideradas ou sugeridas na AMFE.

Tabela 8 - Indicadores de qualidade sugeridos

Indicador de qualidade	Índice de qualidade Iq	Ações a serem tomadas
Seguro (1)	1 a 175	Nenhuma.
Suficientemente seguro (2)	176 a 400	Correção das falhas sem que haja qualquer restrição imediata.
Atenção (3)	401 a 600	Restrição programada para manutenção do equipamento ou parte da instalação a qual falha ou inconformidade foi detectada
Inseguro (4)	601 a 1000	Interdição imediata da área a qual a falha foi detectada e fechamento das atrações presentes naquele local.
Irregular (5)	>1000	Interdição imediata da área a qual a falha foi detectada e fechamento total do local, caso necessário, até resolução do problema

Fonte: Próprio autor.

5 CONCLUSÃO

Com a análise do estudo em formato de laudo técnico, tornou-se evidente desconformidades nas instalações temporárias selecionadas, o Largo do Tambaú e o Parque Solón de Lucena, de situações irregulares sejam de instalações incorretas por pequenos erros ou por instalações em discordância com as normas técnicas por este estudo referenciadas, que necessitam de correções e mais cuidado para que tais erros não sejam repetidos em instalações futuras.

A sugestão de utilização da metodologia AMFE é então proposta para suprir a necessidade de um método de quantificação para indicadores de qualidade a serem propostos por meio dos resultados obtidos pela AMFE com as informações presentes no estudo em formato de laudo técnico realizado anteriormente. Entretanto, houve a impossibilidade de finalização da proposta dessa metodologia de análise devido ao indicador de ocorrências O, o que expôs então a necessidade de estudos futuros para o complemento e finalização deste.

Entretanto, com considerações em um possível índice O futuramente sugeridos, o indicador de qualidade Iq foi sugerido com suas devidas pontuações e ações a serem tomadas nas instalações vistoriadas por meio deste estudo e aplicação da futura AMFE.

Assim, além de medidas corretivas serem recomendadas, ficou clara a possibilidade da utilização da metodologia AMFE, após seu devido desenvolvimento por meio de estudos estatísticos em áreas com instalações com características semelhantes, e a proposição do uso de indicadores de qualidade para classificação, vistoria e regulação dessas áreas específicas, o que abre a possibilidade para a continuação deste estudo.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 13570 - Instalações elétricas em locais de afluição de público - Requisitos específicos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 30 dez. 1996.

ABNT. **NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2004.

BEN-DAYA, M.; RAOUF, A. **International Journal of Quality & Reliability Management**. [S.l.]: MCB UP Ltd, 1996.

GRUPO ENERGISA. **Fornecimento de energia elétrica a edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras**. João Pessoa: [s.n.], 2020.

MARTINHO, M. B.; MARTINHO, E.; DE SOUZA, D. F. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA 2022 ano base 2021**. Salto - SP: Abracopel, 2022.

MOURA, C. **Análise de modo e efeito de falha potencial (FMEA), Manual de Referência**. [S.l.]: [s.n.], 2000.

MULHER cai em poça d'água em festa junina, leva choque e é intubada na PB. **Uol Notícias**, 2022. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2022/06/12/mulher-choque-festa-junina-paraiba.htm>>. Acesso em: 26 julho 2022.

PALADY, P. **FMEA. Análise dos Modos de Falha e Efeito**. São Paulo: IMAM, 1997.

ANEXO B

ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA – DADOS TOTAIS

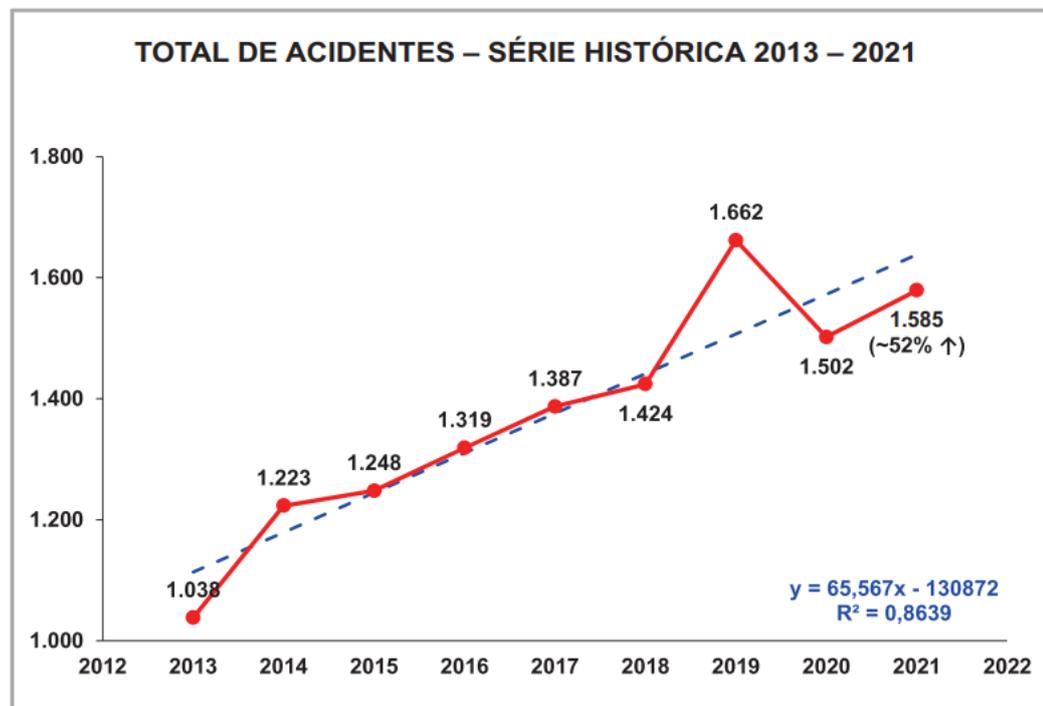


Gráfico 45 – Total de acidentes de origem elétrica – série histórica – 2013 a 2021