

INSTITUTO FEDERAL

Paraíba

Campus João Pessoa

CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

OTÁVIO HORÁCIO DE MEDEIROS NETO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

SEGURANÇA ELÉTRICA EM EVENTOS EFÊMEROS:

O SÃO JOÃO DE PATOS 2025

João Pessoa – PB

2026

OTÁVIO HORACIO DE MEDEIROS NETO

SEGURANÇA ELÉTRICA EM EVENTOS EFÊMEROS:

O SÃO JOÃO DE PATOS 2025

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, no Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Orientador:

Professor Franklin Martins Pereira Pamplona, Dr.

Coorientadora:

Daiana Correia de Lucena, Dra.

João Pessoa – PB

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Biblioteca Nilo Peçanha – IFPB, *Campus* João Pessoa

M488s Medeiros Neto, Otávio Horácio de.

Segurança elétrica em eventos efêmeros : o São João de Patos / Otávio Horácio de Medeiros Neto. – 2026.

62 f. : il.

TCC (Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica)
– Instituto Federal de Educação da Paraíba / Unidade Acadêmica
de Controle e Processos Industriais / Coordenação do Curso
Superior de Bacharelado em Engenharia Elétrica, 2026.

Orientação: Prof^o Dr. Franklin Martins Pereira Pamplona.

Coorientação: Prof^a Dra. Daiana Correia de Lucena.

1. Segurança elétrica. 2. Evento efêmero. 3. Aterramento. 4.
Instalações provisórias. 5. São João de Patos. I. Título.

CDU 621.316.9(043)

OTÁVIO HORÁCIO DE MEDEIROS NETO

SEGURANÇA ELÉTRICA EM EVENTOS EFÊMEROS: O SÃO JOÃO DE PATOS 2025

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO submetido à
Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em
Engenharia Elétrica, do Instituto Federal da Paraíba (IFPB),
em cumprimento dos requisitos institucionais para a obtenção
do Título de **ENGENHEIRO ELETRICISTA**

Aprovado em 03 de junho de 2026.

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Franklin Martins Pereira Pamplona

Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

Orientador

Profa. Dra. Daiana Correia de Lucena

Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

Examinador

Prof. Dr. Ronimack Trajano de Souza

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Examinador

Documento assinado eletronicamente por:

- **Franklin Martins Pereira Pamplona**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/07/2026 14:31:16.
- **Daiana Correia de Lucena**, TECNICO DE LABORATORIO AREA, em 17/07/2026 14:44:15.
- **RONIMACK TRAJANO DE SOUZA**, PRESTADOR DE SERVIÇO, em 21/07/2026 14:05:08.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/07/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 905415

Verificador: e11a378bb9

Código de Autenticação:



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido força, sabedoria e perseverança durante toda minha trajetória acadêmica, guiando meus passos na realização deste trabalho e na conclusão desta importante etapa da minha vida.

À minha mãe, Marillac Urquiza, por todo amor, apoio e incentivo ao longo da minha caminhada. Ao meu pai, José Tarcísio (in memoriam), pelos ensinamentos, valores e exemplo deixados, que seguem presentes em minha vida. Às famílias Urquiza e Medeiros, que sempre acreditaram e sonharam com este momento junto comigo.

À minha noiva, Sabrina Costa, pelo apoio, compreensão e incentivo durante meu retorno aos estudos, sendo fundamental nos momentos mais difíceis desta jornada.

Ao Instituto Federal da Paraíba, instituição onde tenho orgulho de concluir minha formação, bem como aos meus orientadores, Professor Franklin Pamplona e Daiana Correia, pela disponibilidade, orientação e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também a Alexandre CTA e à Collab Creative, pela oportunidade e pelo acesso concedido para a realização dos estudos. À Power Elétrica, que faz parte da minha trajetória profissional e crescimento ao longo da graduação.

Aos meus amigos de graduação, em especial Pedro Lucas, Maria Cecília e Felipe Teixeira, pela amizade, companheirismo e momentos compartilhados durante essa caminhada. Aos meus amigos Ruan Alecssander e Lucas Xavier, por sempre acreditarem em mim e me incentivarem a continuar.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre a segurança elétrica em instalações efêmeras, com foco no evento São João de Patos 2025. O objetivo geral consistiu em avaliar as condições de segurança das instalações provisórias à luz das normas técnicas vigentes, como a NBR 5410, NBR 5419 e NR-10. A metodologia caracterizou-se como uma pesquisa aplicada de abordagem quantitativa e caráter exploratório, utilizando medições em campo de resistividade do solo, resistência de aterramento, qualidade da energia e inspeções termográficas. Os resultados demonstraram que o sistema de aterramento do palco, após adequações solicitadas pelo Corpo de Bombeiros, atingiu uma resistência de 1,968 Ω , representando uma redução de 50,2% em relação à medição inicial e contribuindo para uma maior segurança operacional. As análises termográficas e de qualidade de energia permitiram identificar pontos de atenção e assegurar a estabilidade dos sistemas de LED, som e iluminação cênica alimentados por geradores. Conclui-se que o rigor técnico na montagem e o monitoramento contínuo são fundamentais para mitigar riscos de choques elétricos e incêndios em eventos de grande porte, contribuindo para a segurança do público e a continuidade das atividades.

Palavras-chave: Segurança Elétrica; Eventos Efêmeros; Aterramento; Instalações Provisórias; São João de Patos.

ABSTRACT

This paper presents a case study on electrical safety in ephemeral installations, focusing on the "São João de Patos 2025" event. The general objective was to evaluate the safety conditions of temporary installations in light of current technical standards, such as NBR 5410, NBR 5419, and NR-10. The methodology was characterized as applied research with a quantitative approach and exploratory nature, employing field measurements of soil resistivity, grounding resistance, power quality, and thermographic inspections. The results demonstrated that the stage's grounding system, after technical adjustments requested by the Fire Department, reached a resistance of 1.968Ω , representing a 50.2% reduction compared to the initial measurement and ensuring greater operational safety. Thermographic and power quality analyses allowed for the identification of critical points and ensured the stability of LED systems, sound, and stage lighting powered by generators. It is concluded that technical rigor in assembly and continuous monitoring are essential to mitigate risks of electric shocks and fires in large-scale events, contributing to public safety and service continuity.

Keywords: Electrical Safety; Ephemeral Events; Grounding; Temporary Installations; São João de Patos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Incêndio Tomorrowland Bélgica.....	13
Figura 2: Imagem aérea do São João de Patos 2025.....	19
Figura 3: a. Conexões da alimentação de entrada, b. Quadro geral de cada um dos camarotes... 23	
Figura 4: Instalações da rede de baixa tensão com quadro de distribuição para o sistema de iluminação.....	24
Figura 5: Instalação da rede de baixa tensão alimentada por quadro da Figura 3 - a. IDR instalado, b. Quadro de distribuição	25
Figura 6: Diagrama de Infraestrutura Elétrica.....	25
Figura 7: Diagrama de Aterramentos do Palco.....	27
Figura 8: Conexão de Aterramento do Palco.....	27
Figura 9a e 9b: Primeiro e Segundo Ponto de Medição.....	28
Figura 10: Medição da Primeira Resistência de Aterramento do Palco.....	28
Figura 11: Medição da Segunda Resistência de Aterramento do Palco.....	29
Figura 12: Medição da resistência dos cabos de medição.....	30
Figura 13: Medição de Continuidade.....	30
Figura 14: Medição da resistência do cabo e da estrutura.....	31
Figura 15: Diagrama de Aterramentos do Camarote B.....	32
Figura 16: Medição de resistência de aterramento no Camarote B.....	33
Figura 17: Distribuição das hastes medição.....	33
Figura 19: Resultado da medição.....	34
Figura 20: Método realizado para medição.....	35
Figura 21: Resultado da medição.....	35
Figura 22: Esquema de aterramentos da estrutura.....	36
Figura 23: Detalhamento da mudança de sistema de aterramento.....	36
Figura 24: Medição de aterramento da malha modificada.....	37
Figura 25: Nova medição de aterramento da estrutura.....	37
Figura 26: Conexão irregular de aterramento.....	38
Figura 28: Vista traseira de um painel de LED.....	40
Figura 29: Gráfico das tensões do gerador do sistema de LED.....	41
Figura 30: Gráfico das correntes do gerador do sistema de LED.....	42
Figura 31: Gráfico da potência ativa no gerador do sistema de LED.....	42
Figura 32: Gráfico da potência reativa no gerador do sistema de LED.....	43
Figura 33: Gráfico da potência aparente no gerador do sistema de LED.....	43
Figura 34: Gráfico do fator de potência no gerador do sistema de LED.....	44
Figura 35: Gráfico da distorção harmônica no gerador do sistema de LED.....	44
Figura 36: Gráfico dos desequilíbrios no gerador do sistema de LED.....	45
Figura 37: Iluminações de palco no evento.....	45
Figura 38: Gráfico das tensões no gerador do sistema de iluminação.....	46
Figura 39: Gráfico das correntes no gerador do sistema de iluminação.....	46
Figura 40: Gráfico das potências ativas no gerador do sistema de iluminação.....	47

Figura 41: Gráfico das potências reativas no gerador do sistema de iluminação.....	47
Figura 42: Gráfico das potências aparentes no gerador do sistema de iluminação.....	48
Figura 43: Gráfico do fator de potência no gerador do sistema de iluminação.....	48
Figura 44: Gráfico das distorções harmônicas no gerador do sistema de iluminação.....	49
Figura 45: Gráfico dos desequilíbrios no gerador do sistema de iluminação.....	49
Figura 46: Sistema de Som.....	50
Figura 47: Gráfico das tensões no gerador do sistema de som.....	50
Figura 48: Gráfico das correntes no gerador do sistema de som.....	51
Figura 49: Gráfico das potências ativas no gerador do sistema de som.....	51
Figura 50: Gráfico das potências reativas no gerador do sistema de som.....	52
Figura 51: Gráfico das potências aparentes no gerador do sistema de som.....	52
Figura 52: Gráfico do fator de potência no gerador do sistema de som.....	53
Figura 53: Gráfico das distorções harmônicas no gerador do sistema de som.....	53
Figura 54: Gráfico dos desequilíbrios no gerador do sistema de som.....	54
Figuras 55: Conexões entre cabos em um passa cabos.....	54
Figuras 56: Tomada com temperatura elevada.....	55
Figuras 57: Quadro de automação com temperaturas que necessitam de acompanhamento.....	55
Figuras 58a a 58f: Análises Termográficas.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBMPB	Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba
GTDU	Grampo Terra Duplo em “U”
IDR	Interruptor Diferencial Residual
LED	Diodo Emissor de Luz (Light Emitting Diode)
NBR	Norma Brasileira
NDU	Norma de Distribuição Unificada
NR	Norma Regulamentadora
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
SPDA	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
THD	Distorção Harmônica Total (Total Harmonic Distortion)

SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
1.1. Motivação.....	13
1.2. Objetivo Geral.....	14
1.3. Objetivos Específicos.....	14
2. Fundamentação Teórica.....	15
2.1. Instalações Elétricas Provisórias.....	15
2.2. Segurança em Instalações Elétricas.....	15
2.3. Sistema de Aterramento e Equipotencialização.....	16
2.4. Qualidade da Energia Elétrica.....	16
2.5. Inspeção Termográfica em Instalações Elétricas.....	17
2.6. Distribuição de Cargas em Eventos Temporários.....	17
3. Metodologia.....	19
3.1. Classificação da Pesquisa.....	19
3.2. Área de Estudo.....	19
3.3. Procedimentos de Coleta de Dados.....	20
3.4. Instrumentos Utilizados.....	21
3.5. Critérios de Análise.....	21
3.6. Tratamento dos Dados.....	22
4. Resultados.....	23
4.1. Análise da Infraestrutura Elétrica.....	23
4.2. Análise do Aterramento.....	26
4.2.1. Palco.....	26
4.2.2. Camarote B.....	32
4.2.3. Camarote A.....	34
4.2.4. Demais Estruturas.....	38
4.3. Análise de energia dos geradores.....	39
4.3.1. Gerador dos painéis de LED.....	40
4.3.1.1. Tensão F-N.....	41
4.3.1.2. Correntes.....	41
4.3.1.3. Potência Ativa.....	42
4.3.1.4. Potência Reativa.....	42
4.3.1.5. Potência Aparente.....	43
4.3.1.6. Fator de Potência.....	43
4.3.1.7. Distorção Harmônica.....	44
4.3.1.8. Desequilíbrios.....	44
4.3.2. Gerador do Sistema de Iluminação de Palco.....	45
4.3.2.1. Tensão F-N.....	46
4.3.2.2. Correntes.....	46
4.3.2.3. Potência Ativa.....	47

4.3.2.4. Potência Reativa.....	47
4.3.2.5. Potência Aparente.....	47
4.3.2.6. Fator de Potência.....	48
4.3.2.7. Distorção Harmônica.....	48
4.3.2.8. Desequilíbrios.....	49
4.3.3. Gerador do Sistema de Som.....	49
4.3.3.1. Tensão F-N.....	50
4.3.3.2. Correntes.....	51
4.3.3.3. Potência Ativa.....	51
4.3.3.4. Potência Reativa.....	51
4.3.3.5. Potência Aparente.....	52
4.3.3.6. Fator de Potência.....	52
4.3.3.7. Distorção Harmônica.....	53
4.3.3.8. Desequilíbrios.....	53
4.4. Análise Termográfica.....	54
5. Considerações Finais.....	57
5.1. Sugestões para Trabalhos Futuros.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICES.....	59
Anexo 01 - Relatório de qualidade de energia do gerador do led;.....	59
Anexo 02 - Relatório de qualidade de energia do gerador da iluminação;.....	59
Anexo 03 - Relatório de qualidade de energia do gerador do som.....	59
ANEXOS.....	60
Anexo 01 - Relatório de qualidade de energia do gerador do led;.....	60
Anexo 02 - Relatório de qualidade de energia do gerador da iluminação;.....	60
Anexo 03 - Relatório de qualidade de energia do gerador do som.....	60

1. INTRODUÇÃO

As festividades juninas constituem uma das mais tradicionais manifestações culturais do Nordeste brasileiro, reunindo expressões artísticas, religiosas e populares que atravessam gerações. No estado da Paraíba, destaca-se o São João de Patos, realizado no município de Patos – PB, evento que ao longo dos anos consolidou-se como um dos maiores festejos juninos do estado e um dos mais relevantes do interior nordestino. A celebração movimenta intensamente a economia local, impulsionando os setores de comércio, turismo, hotelaria e serviços, além de fortalecer a identidade cultural da região.

O crescimento do evento ao longo das últimas edições implicou na ampliação de sua estrutura física e tecnológica, incorporando grandes palcos, sistemas de sonorização de alta potência, painéis de LED (*Light Emitting Diode*), iluminação cênica, áreas comerciais, camarotes e estruturas metálicas temporárias. Tal complexidade demanda uma infraestrutura elétrica robusta, que deve ser capaz de suportar elevadas cargas concentradas em curto período de tempo, operando de forma contínua e segura diante da grande circulação de pessoas.

Entretanto, por se tratar de uma instalação efêmera, montada especificamente para o período do evento e desmontada ao seu término, as instalações elétricas apresentam características particulares que exigem atenção redobrada. A rapidez na montagem, a exposição às condições climáticas, o uso de geradores, a interligação de múltiplas estruturas metálicas e a proximidade com o público ampliam os riscos associados às falhas elétricas, como sobrecargas, curtos-circuitos, aquecimento excessivo de conexões, choques elétricos e incêndios.

Nesse contexto, a segurança elétrica torna-se elemento fundamental para garantir não apenas a continuidade operacional do evento, mas principalmente a integridade física de trabalhadores, artistas e espectadores. A conformidade com normas técnicas, como as normas da Associação Brasileiras de Normas Técnicas (ABNT) NBR 5410 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão), a NBR 5419 (Proteção contra Descargas Atmosféricas) e a NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade), é indispensável para assegurar que as instalações provisórias atendam aos critérios mínimos de proteção e desempenho.

Diante da magnitude e relevância do São João de Patos para o município e para a região, torna-se pertinente analisar de forma técnica as condições de segurança elétrica de suas instalações temporárias. Assim, este trabalho propõe um estudo de caso das instalações elétricas do São João de Patos 2025, com foco na avaliação do sistema de aterramento, qualidade da energia, integridade de conexões, inspeções termográficas e distribuição de cargas, buscando identificar possíveis não conformidades e contribuir para o aprimoramento das práticas de segurança em eventos de grande porte.

1.1. MOTIVAÇÃO

Eventos de grande porte realizados em estruturas temporárias apresentam desafios técnicos significativos no que se refere à segurança elétrica, e que podem gerar problemas significativos, como o incêndio realizado no Tomorrowland Bélgica visto na Figura 1. Para minimizar os riscos de acidentes precisamos de uma correta execução das instalações e monitoramento contínuo.

Além disso, a literatura técnica nacional ainda apresenta relativa escassez de estudos de caso voltados especificamente para instalações elétricas em eventos efêmeros de grande porte, sobretudo no contexto do interior nordestino. Dessa forma, este trabalho busca contribuir para a ampliação do conhecimento técnico na área, fornecendo dados reais obtidos em campo e promovendo reflexões sobre conformidade normativa, prevenção de acidentes e melhoria contínua das práticas adotadas.

Figura 1: Incêndio Tomorrowland Bélgica.



Fonte: Festival Insights, 2025.

Assim, a motivação deste estudo fundamenta-se na necessidade de avaliar, sob critérios técnicos e normativos, as condições de segurança elétrica de eventos efêmeros, com foco no São João de Patos 2025, colaborando para o aprimoramento das instalações temporárias e para a mitigação de riscos à integridade física dos envolvidos.

1.2. OBJETIVO GERAL

Avaliar as condições de segurança elétrica das instalações provisórias do São João de Patos 2025, por meio da análise do sistema de aterramento, qualidade da energia elétrica, integridade das conexões, inspeções termográficas e distribuição de cargas, à luz das normas técnicas vigentes.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a infraestrutura elétrica provisória do evento São João de Patos 2025;
- Avaliar o sistema de aterramento das estruturas metálicas, por meio da medição da resistividade do solo e modelagem geoeletrica;
- Verificar a eficiência da equipotencialização das estruturas metálicas do palco e áreas adjacentes;
- Analisar a qualidade da energia elétrica fornecida pelos geradores, considerando parâmetros como tensão, frequência, fator de potência e distorções harmônicas;
- Realizar inspeções termográficas em quadros elétricos, barramentos e conexões, visando identificar pontos de aquecimento anormal;
- Avaliar as condições físicas e o dimensionamento do cabeamento e das conexões elétricas utilizadas no evento;
- Analisar a distribuição de cargas elétricas entre os diferentes setores do evento, incluindo palco, *backstage* e áreas comerciais;
- Identificar possíveis não conformidades em relação às normas técnicas aplicáveis, como NBR 5410, NBR 5419 e NR-10;
- Propor recomendações técnicas para melhoria da segurança elétrica em eventos efêmeros de grande porte.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS PROVISÓRIAS

Instalações elétricas provisórias, também denominadas instalações efêmeras ou temporárias, são sistemas elétricos montados com a finalidade de atender demandas específicas por período determinado, sendo desmontadas ao término da atividade para a qual foram projetadas. Esse tipo de instalação é comumente empregado em eventos de grande porte, canteiros de obras, feiras, exposições e festividades populares.

Diferentemente das instalações permanentes, as instalações provisórias apresentam características particulares, como rapidez na montagem, uso intensivo de cabos flexíveis, conexões temporárias e frequente utilização de geradores como fonte de alimentação. Essas condições aumentam a complexidade do planejamento e execução, exigindo cuidados específicos quanto ao dimensionamento, proteção e aterramento.

Segundo a NBR 5410, as instalações elétricas devem garantir segurança às pessoas e ao patrimônio, assegurando funcionamento adequado e prevenindo riscos de choque elétrico, incêndio e sobreaquecimento. Em ambientes com grande concentração de público, como eventos culturais, a confiabilidade do sistema elétrico torna-se ainda mais crítica.

2.2. SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A segurança elétrica fundamenta-se na prevenção de riscos decorrentes da utilização da energia elétrica, tais como choque elétrico, curto-circuito, sobrecorrente, arcos elétricos e aquecimento excessivo de condutores e conexões.

O choque elétrico ocorre quando uma corrente elétrica percorre o corpo de um organismo vivo, podendo provocar desde contrações musculares até fibrilação ventricular e óbito. A gravidade do choque depende da intensidade da corrente, do tempo de exposição e do trajeto percorrido pelo corpo.

Além do risco de choque, instalações mal dimensionadas ou com conexões inadequadas podem gerar superaquecimento localizado, elevando o risco de incêndio. Em eventos temporários, onde há elevada concentração de cargas como sistemas de iluminação, sonorização e painéis de LED, a análise das proteções contra sobrecorrente e a correta execução das conexões são essenciais para contribuir com a segurança pessoal e operacional.

A NR-10 estabelece requisitos mínimos para garantir a segurança em instalações e serviços em eletricidade, reforçando a necessidade de medidas de controle, sistemas de proteção coletiva e individual, bem como procedimentos adequados de trabalho.

2.3. SISTEMA DE ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

O sistema de aterramento é um dos principais elementos de proteção em instalações elétricas. Sua função é estabelecer uma referência de potencial para o sistema elétrico e proporcionar um caminho seguro para correntes de falha, minimizando riscos de choque elétrico.

A resistência de aterramento deve ser suficientemente baixa para permitir o funcionamento eficaz dos dispositivos de proteção. Em estruturas metálicas temporárias, como palcos e torres de iluminação, a equipotencialização torna-se indispensável, assegurando que todas as partes metálicas acessíveis estejam no mesmo potencial elétrico, reduzindo as diferenças de tensão perigosas.

A resistividade do solo está diretamente ligada ao desempenho do sistema de aterramento. Solos com elevada resistividade dificultam a dissipação de corrente, exigindo uma maior complexidade para melhoria da equipotencialização, geralmente por meio de um sistema de aterramento em malha.

Em eventos realizados em áreas abertas, o sistema de aterramento deve também ser analisado em conjunto com a proteção contra descargas atmosféricas, conforme preconiza a ABNT NBR 5419.

2.4. QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA

A qualidade da energia elétrica refere-se à adequação das características da tensão fornecida às necessidades dos equipamentos conectados ao sistema. Entre os principais parâmetros analisados estão:

- Níveis de tensão;
- Frequência;
- Fator de potência;
- Distorção harmônica total (THD - *Total Harmonic Distortion*).

Eventos de grande porte utilizam equipamentos eletrônicos sensíveis, como controladores digitais de iluminação, painéis de LED e sistemas de áudio profissional, que podem ser impactados por variações de tensão ou elevados níveis de harmônicas.

A presença de cargas não lineares pode gerar distorções na forma de onda da corrente, comprometendo o desempenho do sistema e aumentando perdas elétricas. Portanto, a análise da qualidade da energia é essencial para contribuir para uma operação estável e segura durante todo o evento.

2.5. INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A termografia infravermelha é uma técnica de manutenção preditiva que permite identificar pontos de aquecimento anormal em componentes elétricos, como conexões, barramentos e disjuntores, sem necessidade de contato físico.

Em instalações provisórias, onde a montagem é realizada em curto espaço de tempo, conexões mal apertadas ou mal dimensionadas podem gerar elevação de temperatura localizada. A inspeção termográfica possibilita a detecção precoce desses pontos críticos, dando subsídios para a tomada de decisão sobre o estado operacional da instalação elétrica.

O monitoramento térmico torna-se particularmente relevante em eventos com alta concentração de cargas elétricas que funcionam continuamente por várias horas.

2.6. DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS EM EVENTOS TEMPORÁRIOS

A distribuição adequada das cargas elétricas é fundamental para evitar sobrecargas e garantir equilíbrio entre fases. Em eventos de grande porte, é comum a existência de múltiplos quadros de distribuição alimentando diferentes setores, como palco principal, backstage, áreas comerciais e iluminação externa.

O planejamento da distribuição deve considerar:

- Potência instalada;
- Demanda estimada;
- Fator de simultaneidade;

- Proteções individuais por circuito;
- Separação entre cargas críticas e secundárias.

Uma distribuição inadequada pode resultar em desbalanceamento de fases, aumento de perdas elétricas e atuações intempestivas de dispositivos de proteção.

3. METODOLOGIA

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa, com caráter exploratório e descritivo. O método adotado foi o estudo de caso, tendo como objeto de análise as instalações elétricas provisórias do evento São João de Patos 2025. A pesquisa aplicada visa a geração de conhecimento com aplicação prática, enquanto a abordagem quantitativa se justifica pela coleta e análise de dados numéricos obtidos por meio de medições em campo.

3.2. ÁREA DE ESTUDO

O São João de Patos é uma das festas juninas mais importantes da região Nordeste, sendo considerado um dos maiores eventos culturais do interior paraibano. Realizado na cidade de Patos, município localizado na Mesorregião do Sertão Paraibano, o festejo junino constitui um marco no calendário turístico e cultural do estado da Paraíba, atraindo visitantes de diversas partes do país e impulsionando a economia local. A cidade de Patos, com cerca de 110 mil habitantes, destaca-se como um polo regional importante, possuindo clima semiárido e forte identidade cultural ligada às tradições nordestinas. Podemos ver o grande público presente na edição de 2025 na figura 2 a seguir:

Figura 2: Imagem aérea do São João de Patos 2025.



Fonte: Gláucia Lima, 2025.

O principal espaço físico onde ocorre o evento é o Terreiro do Forró, área que na edição de 2025 foi ampliada para aproximadamente 25 mil metros quadrados, incluindo palco principal, camarotes, praça de alimentação e infraestrutura de apoio para público e artistas. Essa estrutura ampliada busca oferecer maior conforto e segurança aos participantes, bem como atender à crescente demanda de público em cada edição.

A programação da edição de 2025 do São João de Patos foi realizada entre os dias 19 e 23 de junho, reunindo atrações de grande porte nacional. Em termos de público, as expectativas para o evento relataram a presença de mais de 100 mil pessoas por noite. O fluxo significativo de foliões reflete a grandiosidade da festa e sua capacidade de atrair turistas, consolidando-se como um evento de grande impacto socioeconômico.

Além de sua importância cultural, o São João de Patos 2025 teve impacto econômico significativo para a cidade. Segundo dados divulgados pela administração municipal, o evento gerou uma movimentação financeira superior a R\$100 milhões, considerando gastos de visitantes e investimentos locais em serviços, hospedagem e comércio, além de contribuir com mais de 300 empreendedores diretos, incluindo ambulantes e comerciantes locais. A taxa de ocupação hoteleira também apresentou altos índices durante os dias de festa.

Esses aspectos evidenciam a complexidade operacional do São João de Patos e reforçam a necessidade de uma infraestrutura técnica robusta, especialmente no que concerne às instalações elétricas. Dada a concentração de equipamentos de alta potência, geradores, sistemas de iluminação e sonorização, além das intensas interações humanas, torna-se imprescindível assegurar que as instalações provisórias sejam projetadas e executadas com foco na segurança elétrica, de modo a prevenir riscos de falhas operacionais e acidentes durante a realização do evento.

3.3. PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de medições em campo durante o período de realização do evento, contemplando os principais sistemas elétricos em operação. Foram avaliados parâmetros relacionados à segurança elétrica e ao desempenho do sistema, incluindo:

- Medição da resistividade do solo;
- Medição da resistência de aterramento;
- Verificação da equipotencialização das estruturas metálicas;
- Análise da qualidade da energia elétrica;
- Inspeção termográfica em quadros e conexões;
- Avaliação visual do cabeamento e conexões elétricas;
- Análise da distribuição de cargas elétricas;

As medições foram realizadas em momentos anteriores e durante o período de operação, incluindo períodos de maior demanda elétrica durante apresentações musicais.

3.4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para a realização das medições, foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Equipamento de teste de terra GEO Fluke 1625-2 , para medição de resistência de aterramento e para avaliação de continuidade e equipotencialização;
- Analisador de qualidade de energia Isso - Black Box P500R, para monitoramento de tensão, corrente, potências, fator de potência e distorções harmônicas;
- Alicates terrômetro Icel TR-5700, para medição de resistência de aterramento;
- Câmera termográfica Flir E60, para identificação de pontos de aquecimento;
- Alicates amperímetro digital Fluke 302 + , para medições complementares;
- Detector de tensão Hikari HK-VOLT, para contestação de fugas de corrente nas estruturas.

Todos os instrumentos utilizados encontravam-se devidamente calibrados, minimizando erros e aumentando a confiabilidade dos dados obtidos.

3.5. CRITÉRIOS DE ANÁLISE

A análise dos dados coletados foi realizada com base em critérios estabelecidos por normas técnicas e regulamentadoras aplicáveis, incluindo:

- ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- ABNT NBR 5419 – Proteção contra descargas atmosféricas;
- ABNT NBR 13570 – Instalações em locais de afluência de público;
- NR-10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
- NDU 002 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária da Energisa - PB.

Os resultados obtidos foram comparados com os limites e recomendações dessas normas, visando identificar possíveis não conformidades e avaliar o nível de segurança das instalações elétricas do evento.

3.6. TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados obtidos foram organizados em imagens e gráficos, permitindo a visualização do comportamento dos parâmetros elétricos ao longo do tempo. A análise envolveu a comparação dos valores medidos com limites normativos, bem como a interpretação dos resultados à luz dos conceitos de qualidade da energia elétrica e segurança em instalações elétricas.

4. RESULTADOS

Neste trabalho foi realizada uma análise da infraestrutura elétrica do São João de Patos, com medições de resistência de aterramento e continuidade, verificação e adequação de quadros de distribuição e de instalações elétricas em geral. Foram sugeridas melhorias por parte do autor para uma melhor segurança elétrica.

4.1. ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA ELÉTRICA

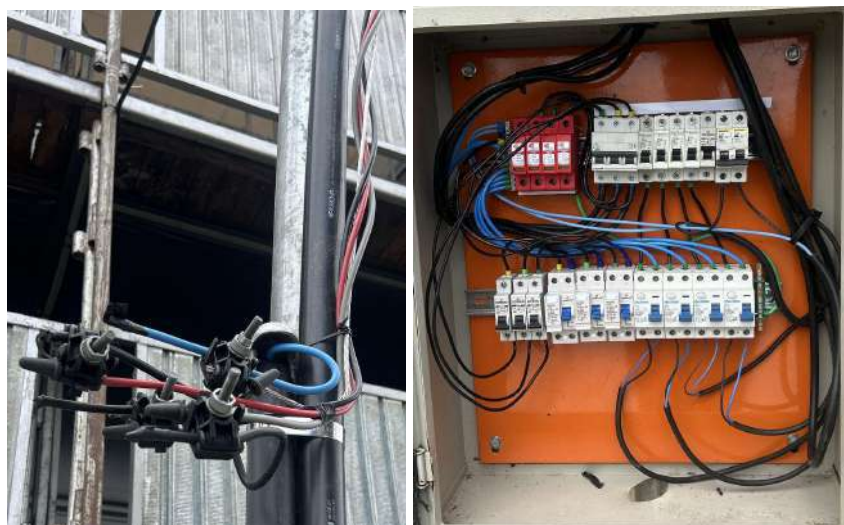
O São João de Patos é atendido em média tensão pela concessionária de energia do estado da Paraíba, a Energisa PB, onde são fornecidos dois ramais em 13,8 kV para distribuição de energia no evento.

Havia uma subestação aérea de 300 kVA que era responsável por alimentar toda a praça de alimentação, barracas de bebidas e ativações de marcas no lado oposto ao palco. A outra subestação de mesma potência ficava localizada atrás do palco em outro ramal, era responsável pela distribuição de energia elétrica das áreas técnicas, camarins, camarotes, praça de alimentação da área vip e as ativações das marcas na área vip. Todo o sistema de distribuição era feito por cabos de alumínio do tipo multiplex aéreo com várias derivações em torno do evento onde eram conectadas as cargas. Na Figura 3a, Figura 3b e Figura 4 estão as instalações da rede de baixa tensão.

Figura 3: a. Conexões da alimentação de entrada, b. Quadro geral de cada um dos camarotes.

(a)

(b)



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 4: Instalações da rede de baixa tensão com quadro de distribuição para o sistema de iluminação.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Foi observada a instalação dos IDR (Interruptores Diferenciais Residuais) em toda a instalação dos camarotes (figura 3b), sendo essa a estrutura mais crítica do evento, pois era onde continha a maior quantidade de pessoas, e diversidade de equipamentos diferentes conectados às tomadas instaladas, sendo esse um local propício para a ocorrência de fugas de corrente.

Também houve indicação de instalação dos IDRs, por parte do autor, nas ativações de marca e bares em estruturas metálicas (Figuras 5a e 5b), pois como o evento acontece a céu aberto, há possibilidade de chuva. Trazendo assim uma maior segurança para os frequentadores do evento.

Figura 5: Instalação da rede de baixa tensão alimentada por quadro da Figura 3 - a. IDR instalado, b. Quadro de distribuição .

a.

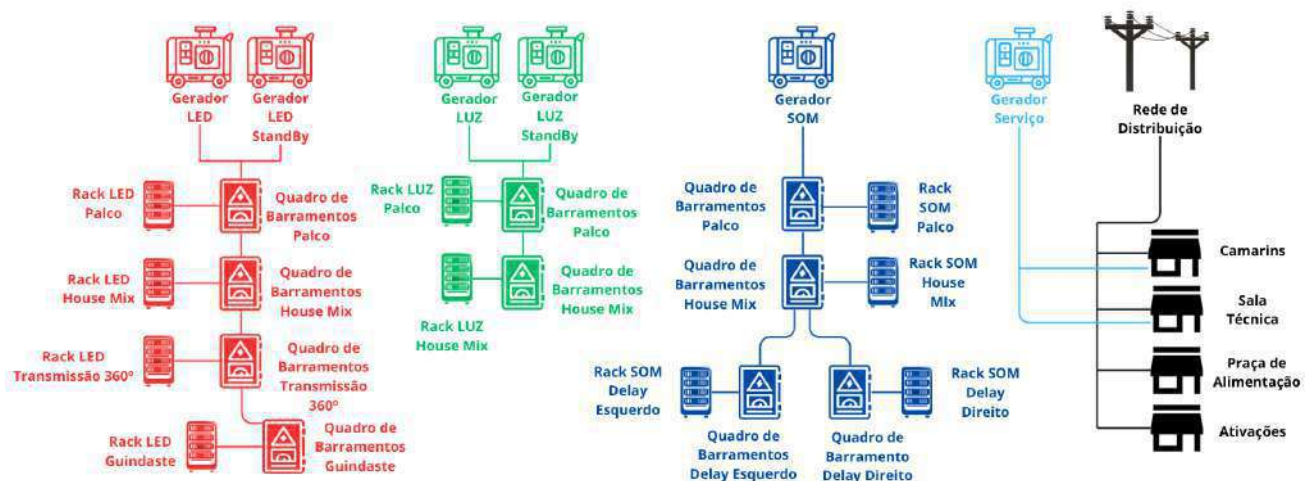
b.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Para os circuitos do palco existiam sete geradores. Dois geradores de 260 kVA para o sistema de painéis de LED, dois geradores de 220 kVA para toda iluminação cênica e de palco, e dois geradores de 180 kVA para o sistema de som, em todos os três sistemas os geradores foram configurados para funcionar com um ligado e o outro em *stand by*. Além de um gerador de 180 kVA em *stand by* para suprir o backstage em caso de queda da energia da distribuidora, que não foi usado durante o evento, devido ao fornecimento adequado. Na Figura 6 é apresentado o diagrama das conexões dos geradores no evento.

Figura 6: Diagrama de Infraestrutura Elétrica.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.2. ANÁLISE DO ATERRAMENTO

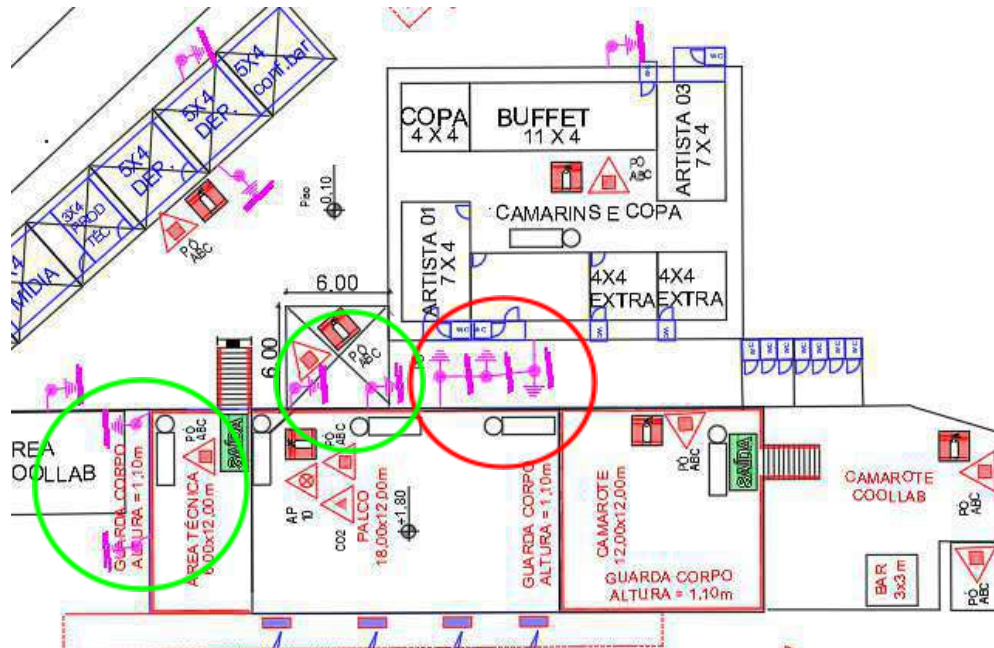
As medições de resistência de aterramento foram realizadas utilizando o terrômetro Fluke 1625-2, por meio do método da queda de potencial (método dos três pontos). Esse método consiste na utilização de eletrodos auxiliares de corrente e de potencial, posicionados em linha com o eletrodo sob ensaio, permitindo determinar a resistência do sistema de aterramento a partir da queda de tensão provocada pela circulação de uma corrente de teste. Neste trabalho, os eletrodos auxiliares foram instalados com espaçamento aproximado de 20 m entre o ponto de medição e a haste de potencial, e de mais 20 m entre a haste de potencial e a haste de corrente. Além das medições de resistência de aterramento, o equipamento também foi utilizado para ensaios de continuidade elétrica das estruturas metálicas, empregando a escala de resistência de 1 m Ω .

Todas as estruturas metálicas do evento possuíam sistemas de aterramento próprios. Entretanto, devido ao grande número de pontos de aterramento distribuídos pela área do evento, as medições foram concentradas nas estruturas consideradas mais críticas sob o ponto de vista da segurança elétrica, em razão da elevada concentração de público e da maior demanda elétrica, compreendendo o palco principal e os camarotes A e B. Nas demais estruturas foi realizada inspeção visual, verificando-se a existência, as condições de instalação e a integridade dos sistemas de aterramento. Nas seções seguintes são apresentados os resultados obtidos para cada uma dessas estruturas.

4.2.1. PALCO

O sistema de aterramento havia um esquema de 3 (três) hastes de 1,20 m (um metro e vinte) por $\frac{3}{8}$ " (três oitavos) em linha conectadas diretamente à estrutura metálica do palco através de parafusos brocantes. Também foram colocadas mais 4 (quatro) hastes iguais únicas separadas em pontos do palco a pedido do CBMPB. A malha estava equipotencializada na estrutura metálica dos camarins, que possuía mais uma haste, de mesmas características das anteriores. Na Figura 7 está o projeto de aterramento que foi executado. No círculo vermelho estão as hastes previstas em projeto, e nos círculos verdes estão as hastes acrescentadas.

Figura 7: Diagrama de Aterramentos do Palco.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

A figura 8 exemplifica como foi realizado o aterramento à estrutura do palco:

Figura 8: Conexão de Aterramento do Palco.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Primeiro, foram realizadas medições de resistência de aterramento no ponto de aterramento localizado atrás do palco utilizando a função com 3 polos, sendo o primeiro, o

ponto de conexão ao condutor terra, o segundo uma haste fincada no solo à 20 (vinte) metros do ponto de medição, e o terceiro a no mínimo 40 (quarenta) metros do ponto de medição. No caso em específico, a haste de medição estava a 42,55 m de distância do ponto de medição.

Figura 9a e 9b: Primeiro e Segundo Ponto de Medição.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

A medição foi realizada e chegamos a um valor de $4,13 \, \Omega$ de resistência de aterramento (conforme a Figura 10), sendo considerado um valor muito bom. Na última atualização da NBR-5410 pede-se que o valor seja o mais próximo do zero possível, na versão anterior da NBR pedia valores abaixo dos $10 \, \Omega$.

Figura 10: Medição da Primeira Resistência de Aterramento do Palco.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Mesmo sendo um valor aceito pela NBR, o Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba (CBMPB), solicitou que fossem acrescentadas mais algumas hastes de aterramento nas laterais do palco, como foi citado anteriormente, depois foram feitas novas medições de resistência, conforme a Figura 11.

Figura 11: Medição da Segunda Resistência de Aterramento do Palco.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Podemos quantificar essa diferença entre os valores de resistência de aterramento através do equação 1.

$$Redução(\%) = \frac{1,968 - 4,13}{4,13} = \frac{-2,162}{4,13} = -0,521 \times 100 = 50,2\% \quad (1)$$

Essa redução de 50,2% demonstra que pequenas alterações no projeto inicial podem proporcionar uma melhoria significativa no desempenho do sistema de aterramento, reduzindo sua resistência elétrica e aumentando sua eficiência.

O valor final de resistência de aterramento para a estrutura de palco foi de 1,968 Ω . Devido a essa ser a estrutura que existia a maior quantidade de cargas elétricas do evento, ter um valor baixo de aterramento demonstra uma maior segurança elétrica.

Também foi realizada a medição de continuidade entre as extremidades da estrutura do palco, ilustrado na Figura 13, mas antes, foi realizada a medição de resistência do cabo através da conexão dos terminais um ao outro que pode ser visto na Figura 12. E a Figura 14 representa a medição da resistência através da estrutura.

Figura 12: Medição da resistência dos cabos de medição.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 13: Medição de Continuidade.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 14: Medição da resistência do cabo e da estrutura.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Devido à indisponibilidade de um microhmímetro para a realização do ensaio de continuidade elétrica, conforme recomendado para esse tipo de avaliação, optou-se pela utilização de um método indireto para estimar a resistência elétrica da estrutura. Inicialmente, foi medida a resistência do conjunto formado pelo cabo de medição e pela estrutura metálica. Em seguida, determinou-se a resistência do cabo de medição isoladamente. A resistência da estrutura foi então estimada pela diferença entre esses dois valores, conforme apresentado na Equação 2.

$$R = R_{conj} - R_{cabo} = 5,45\Omega - 5,05\Omega = 0,4\Omega = 400m\Omega \quad (2)$$

Embora a ABNT NBR 5419 recomende a verificação da continuidade elétrica por meio do método de quatro fios, executado com microhmímetro, neste trabalho o ensaio foi realizado pelo método de dois fios, disponível no equipamento utilizado. Apesar das limitações inerentes a esse procedimento, a metodologia adotada permitiu avaliar a

continuidade elétrica entre os elementos metálicos e verificar a condição de equipotencialização da estrutura.

A ABNT NBR 5419 estabelece como referência o valor máximo de $200\text{ m}\Omega$ para a continuidade elétrica das descidas do SPDA. O valor estimado de $400\text{ m}\Omega$, obtido neste estudo, supera esse limite, indicando que a continuidade elétrica entre as estruturas metálicas não atende ao critério estabelecido pela norma. Esse resultado pode estar relacionado à presença de camadas de tinta nos pontos de conexão, às interfaces entre materiais distintos empregados na montagem do palco e às características das conexões mecânicas utilizadas. Embora o valor obtido seja superior ao recomendado pela norma, ele ainda representa uma resistência relativamente baixa para a aplicação, não evidenciando uma descontinuidade elétrica significativa, mas indicando a necessidade de melhorias nas conexões para atendimento integral aos requisitos normativos.

4.2.2. CAMAROTE B

O camarote possuía 3 (três) malhas de aterramento em delta, uma em cada uma das extremidades e a terceira no meio, cada malha era composta por 3 (três) hastes de 1,20 m (um metro e vinte) por $\frac{3}{8}$ " (três oitavos) em triângulo, equidistantes 1,20 m uma das outras. Como mostrado na figura 15:

Figura 15: Diagrama de Aterramentos do Camarote B.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

A medição de resistência foi realizada na malha do meio da estrutura equipotencializada, como pode-se ver na Figura 16 e na Figura 17. O resultado da medição foi de $3,23\text{ }\Omega$, sendo também uma resistência pequena e aceita, como pode-se ver na Figura 18.

Figura 16: Medição de resistência de aterramento no Camarote B.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 17: Distribuição das hastes medição.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 18: Resultado da medição.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.2.3. CAMAROTE A

O camarote possuía em primeiro momento 3 (três) malhas de aterramento semelhantes ao camarote B. Foi realizado o teste de resistência de aterramento na malha do meio similar ao feito no outro camarote, e apresentou o seguinte resultado:

Figura 19: Resultado da medição.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Devido à resistência de aterramento relativamente alta, foi feita uma nova medição, através de uma garra de medição. Com esse acessório, conseguimos medir a contribuição individual de uma haste (ou malha) em um circuito fechado. Foi realizada a medição da resistência de aterramento na malha do meio da estrutura, sem qualquer participação das demais malhas, conforme a Figura 20 e a Figura 21.

Figura 20: Método realizado para medição



Fonte: Autoria Própria, 2025.

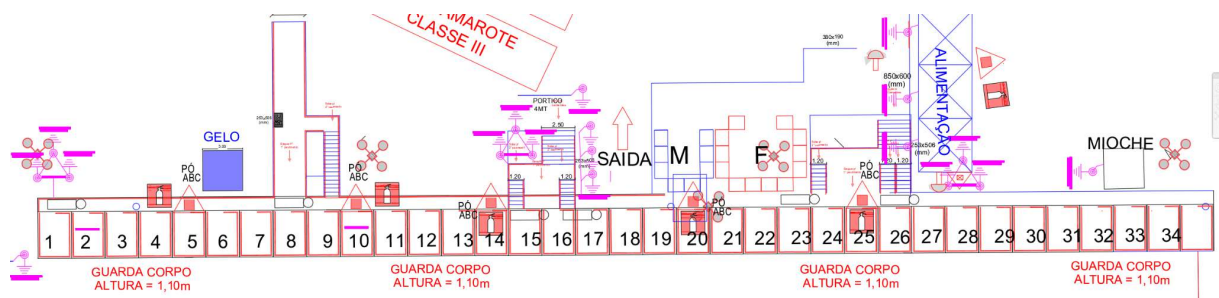
Figura 21: Resultado da medição



Fonte: Autoria Própria, 2025.

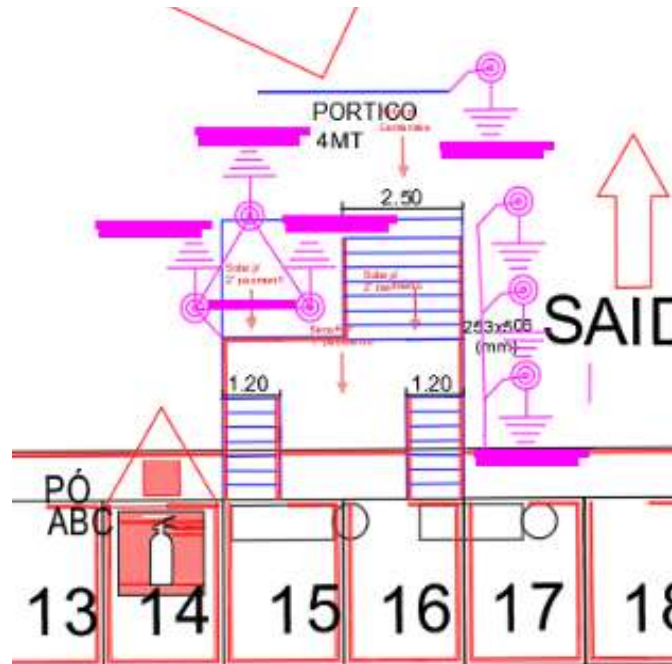
Por conta do camarote ser uma área abrigada e com presença de muitas pessoas, foi sugerido pelo autor acrescentar mais hastes e melhorar essa malha de aterramento, diminuindo assim a resistência da estrutura. Para isso, foram acrescentadas 3 (três) hastes de 1,20 m (um metro e vinte) por $\frac{3}{8}$ (três oitavos) de polegada conectadas em linha, e conectada na malha em delta. Conforme a Figura 22 e Figura 23.

Figura 22: Esquema de aterramentos da estrutura.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figura 23: Detalhamento da mudança de sistema de aterramento.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Com esse novo arranjo de hastes, conseguiu-se reduzir a medição do aterramento desse ponto para 7,02 Ω . Conforme a Figura 24.

Figura 24: Medição de aterramento da malha modificada.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

$$Redução(\%) = \frac{7,02 - 29,13}{29,13} = \frac{-22,11}{29,13} = -0,759011 \times 100 = 75,9\% \quad (3)$$

A redução 75,9% foi bem efetiva para o aterramento geral da estrutura. O resultado da medição final do aterramento da estrutura está na Figura 25.

Figura 25: Nova medição de aterramento da estrutura.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

$$Redução(\%) = \frac{5,51 - 9,60}{9,60} = \frac{-4,09}{9,60} = -0,42601 \times 100 = 42,6\% \quad (4)$$

A resistência de aterramento da estrutura foi reduzida para 5,51 Ω , tendo uma redução de 42,6%. Mostrando como uma análise no aterramento faz diferença no resultado final. Sendo assim uma excelente resistência de aterramento.

4.2.4. DEMAIS ESTRUTURAS

Devido às outras estruturas possuírem menores cargas elétricas e não possuírem uma área disponível para serem executados os testes de aterramento foi realizado somente uma verificação visual dos mesmos.

Foram localizados aterramentos em total descumprimento da norma, possuindo uma haste de aterramento cortada, não havendo nem 30 cm enterrados no solo, além das conexões às estruturas de alumínio usando fita isolante, causando assim corrosão galvânica, principalmente em uma estrutura que foi usada durante mais de 5 dias, como podemos ver na Figura 26.

Figura 26: Conexão irregular de aterramento.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Em todos os casos nos quais foram achados esses tipos de aterramento em discordância com a NBR-5419, a indicação era refazer usando hastes de 1,5 m com $\frac{5}{8}$ ” de diâmetro, utilizando conectores do tipo GTDU (Grampo Terra Duplo em “U”) e utilizando cabos de cobre nu com 10 mm² de seção transversal, que apesar de não ser o normatizado para aterramento estrutural, que seria de 50 mm², foi o modelo adotado pela empresa responsável por se tratar um aterramento provisório, com conectores estanhados, e conexões às estruturas de alumínio através de parafusos brocantes, a fim de evitar má conexões, como pode-se ver na Figura 27a e Figura 27b.

Figuras 27a e 27b: Conexões padronizadas de aterramento.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Até o início do evento, todas as estruturas metálicas que continham qualquer contato com dispositivos elétricos foram devidamente aterradas, garantindo assim a segurança da população.

4.3. ANÁLISE DE ENERGIA DOS GERADORES

O analisador de qualidade de energia foi utilizado e teve como objetivo avaliar a estabilidade e a conformidade dos parâmetros elétricos fornecidos aos sistemas de sonorização, iluminação cênica, painéis de LED e demais estruturas alimentadas por geradores.

Considerando a elevada concentração de cargas não lineares típicas de eventos de grande porte, como fontes chaveadas, amplificadores e controladores digitais, tornou-se necessária a verificação dos principais indicadores de qualidade da energia, a fim de identificar possíveis distorções, variações de tensão e desequilíbrios que pudessem comprometer o desempenho do sistema ou representar riscos operacionais. As medições foram realizadas nos quadros de barramentos dos geradores.

As medições foram realizadas durante o período de operação plena do evento, incluindo momentos de maior demanda elétrica. As análises foram realizadas em dias diferentes, portanto não há sobreposição de dados entre os diferentes geradores analisados.

4.3.1. GERADOR DOS PAINÉIS DE LED

O sistema era composto por painéis de led, suas controladoras e seus racks de alimentação. Cada placa é alimentada por fontes chaveadas de forma independente, conforme Figura 28, cada conjunto de placas é ligado a um ramal de alimentação e assim é feita a divisão de circuitos manualmente.

Figura 28: Vista traseira de um painel de LED.

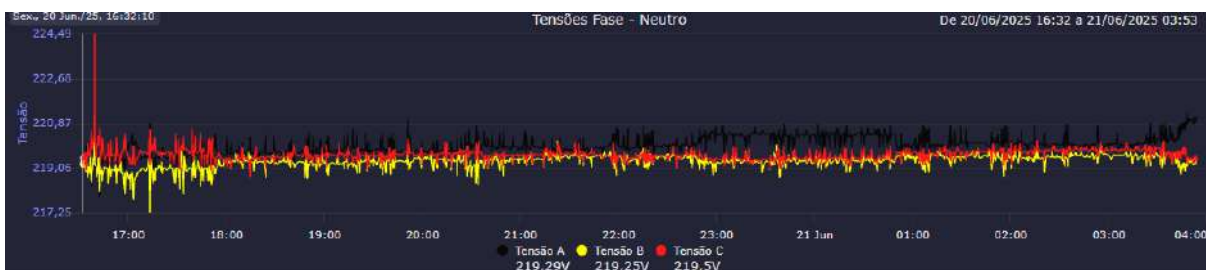


Fonte: LED FULL BRASIL, 2026.

4.3.1.1. TENSÃO F-N

Próximo ao início da medição houve uma sobretensão e durante o evento as tensões tiveram pouca variação conforme Figura 29, devido à carga ser composta por equipamentos que não demandam grande variação de potência de uma vez.

Figura 29: Gráfico das tensões do gerador do sistema de LED.

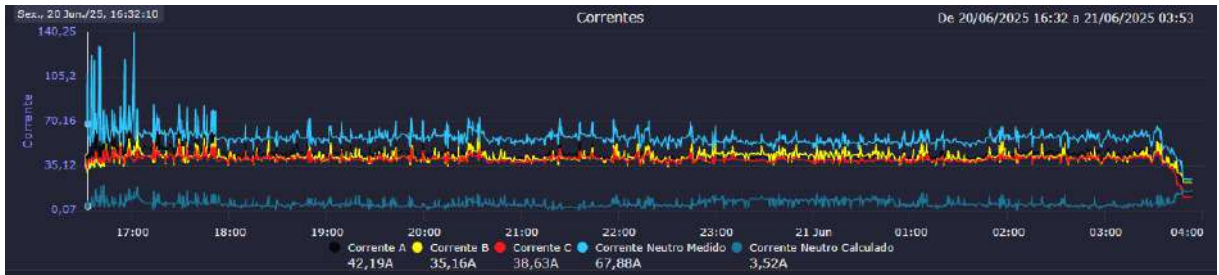


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.1.2. CORRENTES

No mesmo instante em que ocorre o pico de tensão apresentado anteriormente, observa-se também um aumento na corrente do condutor neutro (representada pela curva em azul claro), permanecendo elevada por um intervalo de tempo maior antes de retornar aos níveis de operação. Embora as correntes das três fases apresentem distribuição relativamente equilibrada, verifica-se um aumento da corrente no neutro, comportamento característico de instalações com elevada presença de cargas não lineares, como fontes de alimentação chaveadas utilizadas nos sistemas de iluminação, painéis de LED e equipamentos de sonorização. Na parte inferior da Figura 30 é apresentada a corrente de neutro calculada a partir da soma vetorial das correntes das fases (curva em azul escuro). Nota-se uma diferença entre a corrente calculada e a corrente medida diretamente no neutro, a qual pode ser atribuída principalmente à circulação de correntes harmônicas de terceira ordem e de suas múltiplas. Por serem harmônicas de sequência zero, essas componentes encontram-se em fase nas três fases do sistema e, em vez de se cancelarem, somam-se no condutor neutro, elevando a corrente efetivamente medida.

Figura 30: Gráfico das correntes do gerador do sistema de LED.

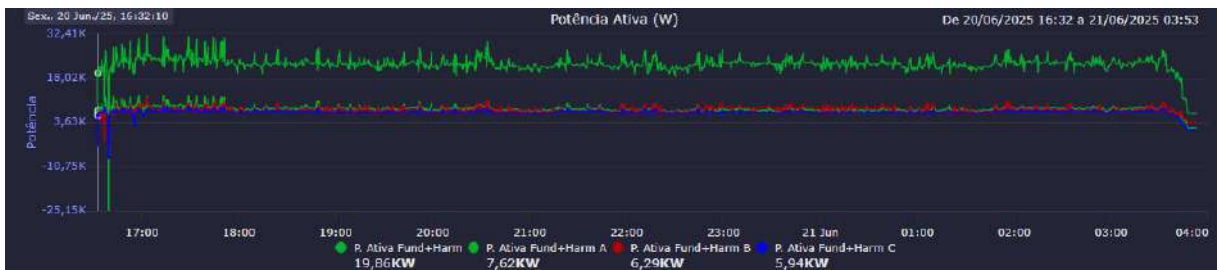


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.1.3. POTÊNCIA ATIVA

Observou-se uma potência ativa negativa no momento dos fenômenos citados anteriormente, pode-se considerar que seja um retorno de energia devido a grande atividade capacitiva da carga do circuito em um curtíssimo período de tempo, após esse momento as potências por fase tendem a normalidade para o sistema trifásico. Conforme Figura 31.

Figura 31: Gráfico da potência ativa no gerador do sistema de LED.

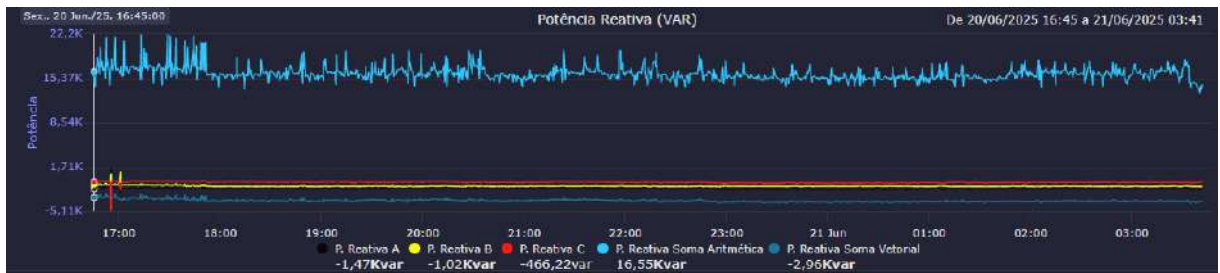


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.1.4. POTÊNCIA REATIVA

Na Figura 32 está a potência reativa, o sistema permanece capacitivo, tendo potências reativas negativas. Analisado a soma aritmética entre as fases, tem-se um valor considerado alto para o sistema. Esse fato acontece mesmo sem a presença de um banco capacitivo, em função do tipo de carga utilizada.

Figura 32: Gráfico da potência reativa no gerador do sistema de LED.

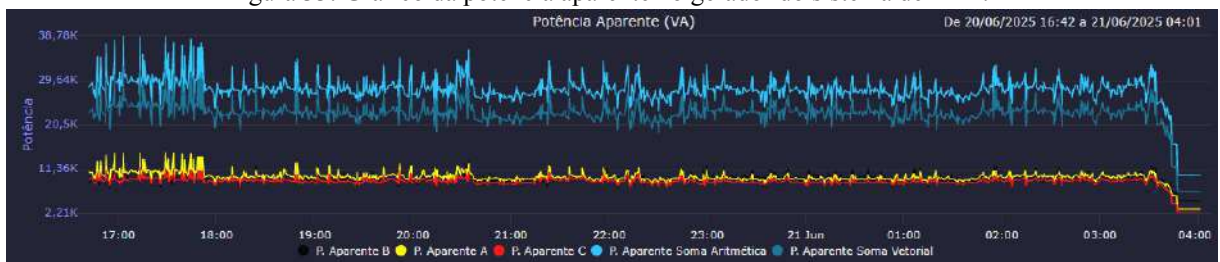


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.1.5. POTÊNCIA APARENTE

Vemos que há variações significativas na potência durante todo o evento. O que nos mostra a importância do uso de geradores robustos, conforme Tópico 4.1 temos a especificação das potências nominais dos mesmo, para conseguir alimentar o sistema mesmo com todas essas variações. Conforme Figura 33. A potência nominal dos geradores

Figura 33: Gráfico da potência aparente no gerador do sistema de LED.

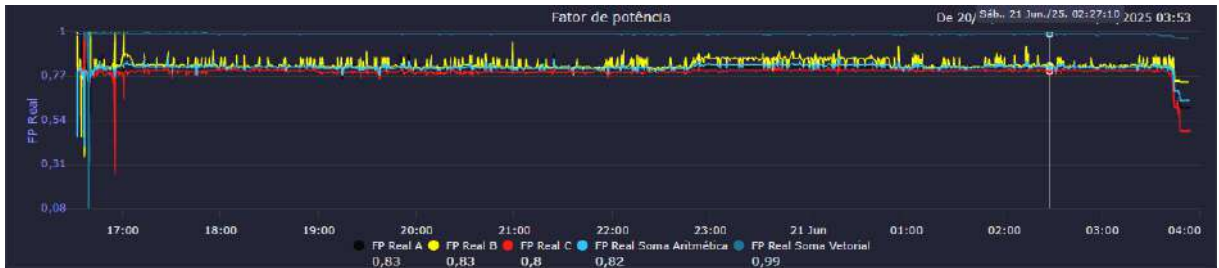


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.1.6. FATOR DE POTÊNCIA

Podemos ver um comportamento capacitivo avaliando cada fase individualmente nas cores preto, amarelo e vermelho, mas vendo a soma vetorial em azul escuro, temos durante todo o evento valores bem próximos de 1, podemos ver que as fases combinadas fasorialmente cancelam o efeito capacitivo. Conforme Figura 34.

Figura 34: Gráfico do fator de potência no gerador do sistema de LED.

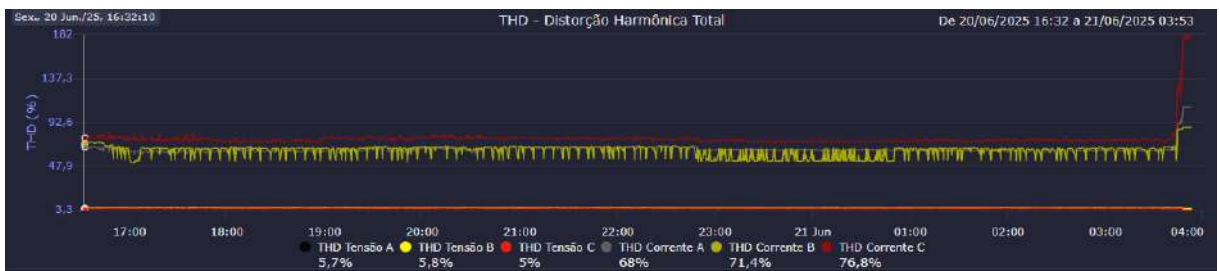


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.1.7. DISTORÇÃO HARMÔNICA

A distorção harmônica de tensão corresponde a 5%, mas as de corrente chegam a valores altos, chegando próximo dos 90% durante todo o evento, porém durante o desligamento temos um pico de 182% em uma das fases, provavelmente por um desligamento não equilibrado entre as fases. Conforme Figura 35.

Figura 35: Gráfico da distorção harmônica no gerador do sistema de LED.

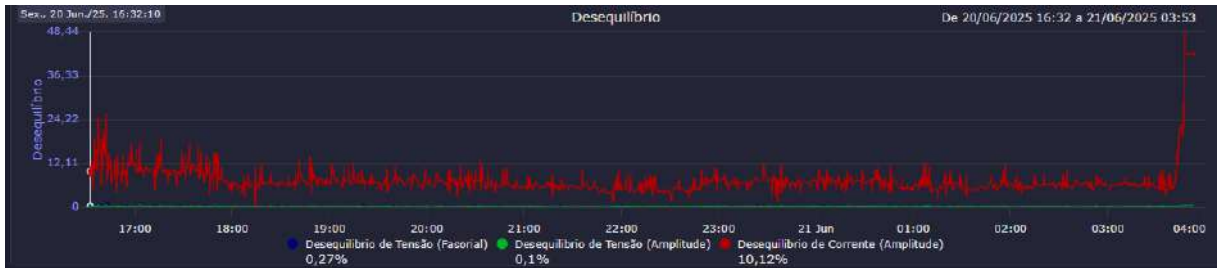


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.1.8. DESEQUILÍBRIOS

Entre os níveis de tensão não houve variação durante todo o evento, mas as correntes apresentaram vários desequilíbrios, podemos ver no final, durante o desligamento, que houve um desequilíbrio de quase 50% entre as fases, fenômenos que foi descrito como motivo de um aumento da distorção harmônica citado anteriormente. Conforme Figura 36.

Figura 36: Gráfico dos desequilíbrios no gerador do sistema de LED.



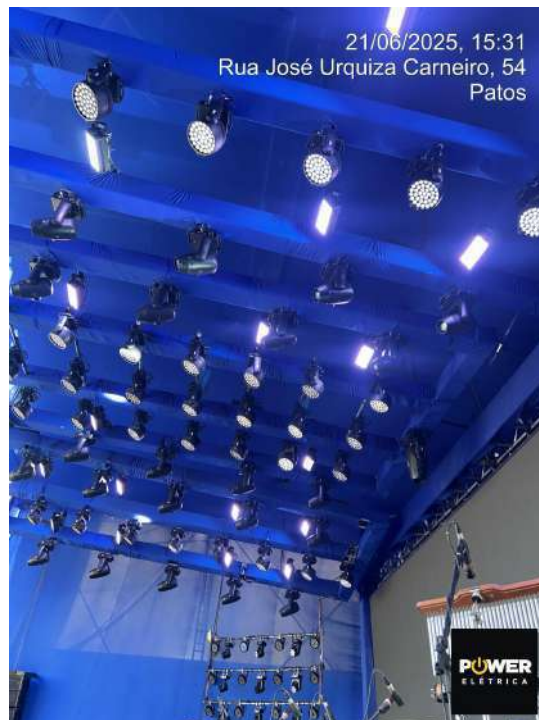
Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2. GERADOR DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE PALCO

O sistema de iluminação era composto por diversos tipos de equipamentos com finalidades distintas, conforme Figura 37, ou seja, eles eram acionados em tempos diferentes e em sequências diferentes. A grande maioria dos equipamentos é composto por luzes de LED, mas alguns funcionam com lâmpadas halógenas que têm características distintas às de LED.

Todo o sistema é composto por equipamentos monofásicos, e a divisão dos circuitos é feita manualmente por um operador, não havendo um controle preciso do equilíbrio entre as fases.

Figura 37: Iluminações de palco no evento.

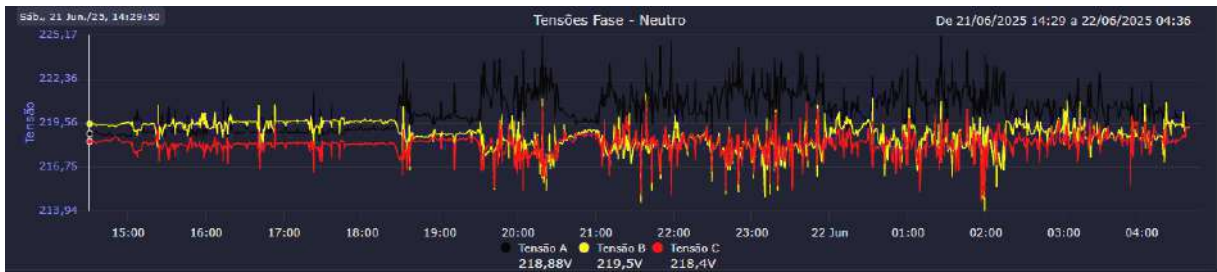


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2.1. TENSÃO F-N

No decorrer do evento houve um aumento dos níveis de tensão mas se manteve dentro dos valores toleráveis de tensão para o nominal de 220 V. E por o sistema não ter um bom balanceamento, houveram alterações diferentes entre as fases. Outra coisa que pode-se perceber, é que quando uma das fases apresenta um afundamento na tensão, a tensão em outras fases aumenta. Devido ser um gerador exclusivo para o sistema de iluminação, qualquer variação em uma das fases, o gerador reagirá de maneira equilibrada entre as fases. Conforme Figura 38.

Figura 38: Gráfico das tensões no gerador do sistema de iluminação.

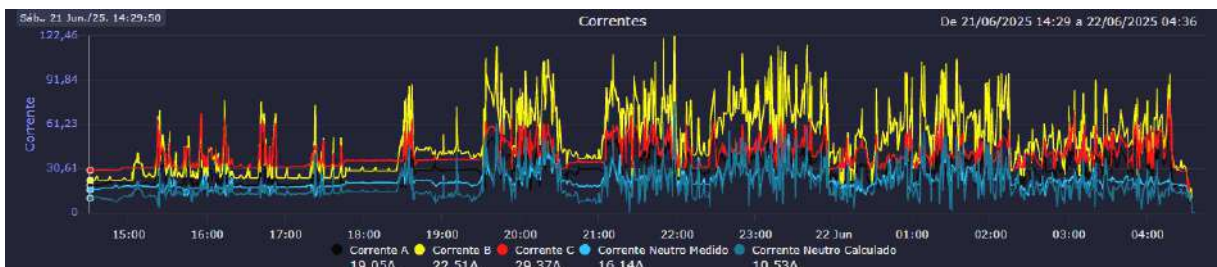


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2.2. CORRENTES

Com relação às correntes, conforme a Figura 39, percebe-se o chaveamento do sistema de iluminação, no qual as luzes são ligadas e desligadas de maneira aleatória, que faz com que haja esses picos. Também percebe-se a corrente de neutro medido bem próxima a do neutro calculado, o que mostra uma quantidade reduzida de harmônicas no sistema.

Figura 39: Gráfico das correntes no gerador do sistema de iluminação.

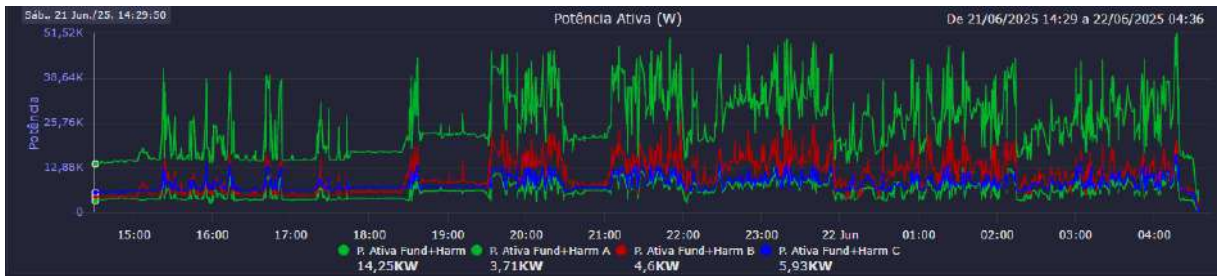


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2.3. POTÊNCIA ATIVA

Analisando o gráfico na Figura 40, percebe-se que as potências ativas estão conforme esperado para o funcionamento do sistema.

Figura 40: Gráfico das potências ativas no gerador do sistema de iluminação.

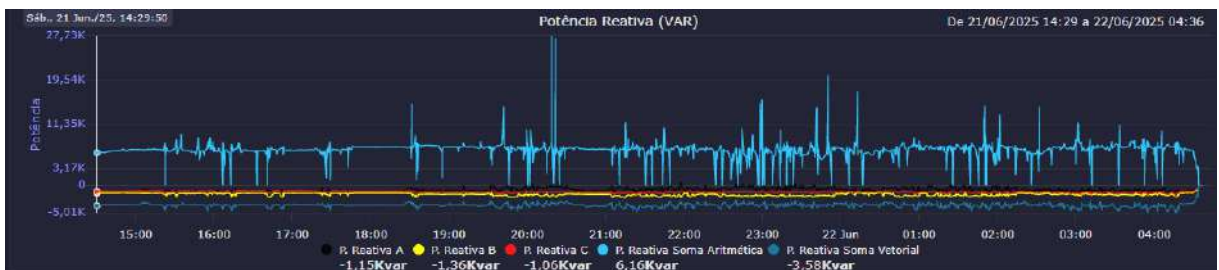


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2.4. POTÊNCIA REATIVA

Predominou elementos reativos capacitivos, conforme podemos ver na Figura 41, mas bem próximos ao zero.

Figura 41: Gráfico das potências reativas no gerador do sistema de iluminação.

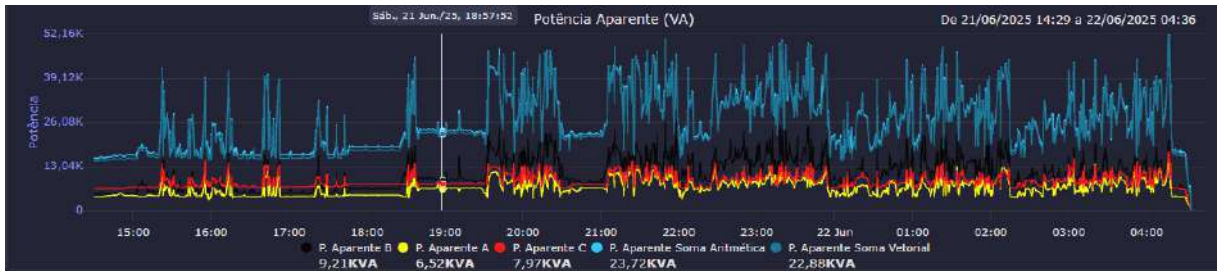


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2.5. POTÊNCIA APARENTE

Podemos ver uma potência ativa e aparente com valores bem próximos, devido à baixa potência reativa encontrada. Conforme Figura 42.

Figura 42: Gráfico das potências aparentes no gerador do sistema de iluminação.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2.6. FATOR DE POTÊNCIA

O fator de potência manteve-se sempre próximo de 1 observando na Figura 43, pode-se perceber alguns picos rápidos, mas um rápido retorno à normalidade.

Figura 43: Gráfico do fator de potência no gerador do sistema de iluminação.

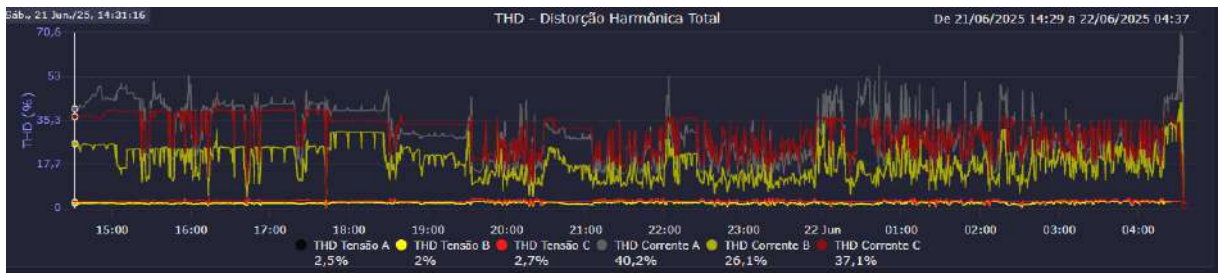


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2.7. DISTORÇÃO HARMÔNICA

O gráfico da Figura 44 apresenta as distorções harmônicas de tensão quase despercebida, já na corrente, podemos ver um valores variantes, mas no geral baixo. Também pode-se perceber a diferença das harmônicas entre as fases, pois, possivelmente equipamentos diferentes eram ligados em cada fase.

Figura 44: Gráfico das distorções harmônicas no gerador do sistema de iluminação.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.2.8. DESEQUILÍBRIOS

Com relação aos desequilíbrios, conforme a Figura 45, observa-se variações muito pequenas em tensão, mas grandes desequilíbrios entre as fases, chegando a mais de 60% em alguns momentos.

Figura 45: Gráfico dos desequilíbrios no gerador do sistema de iluminação.



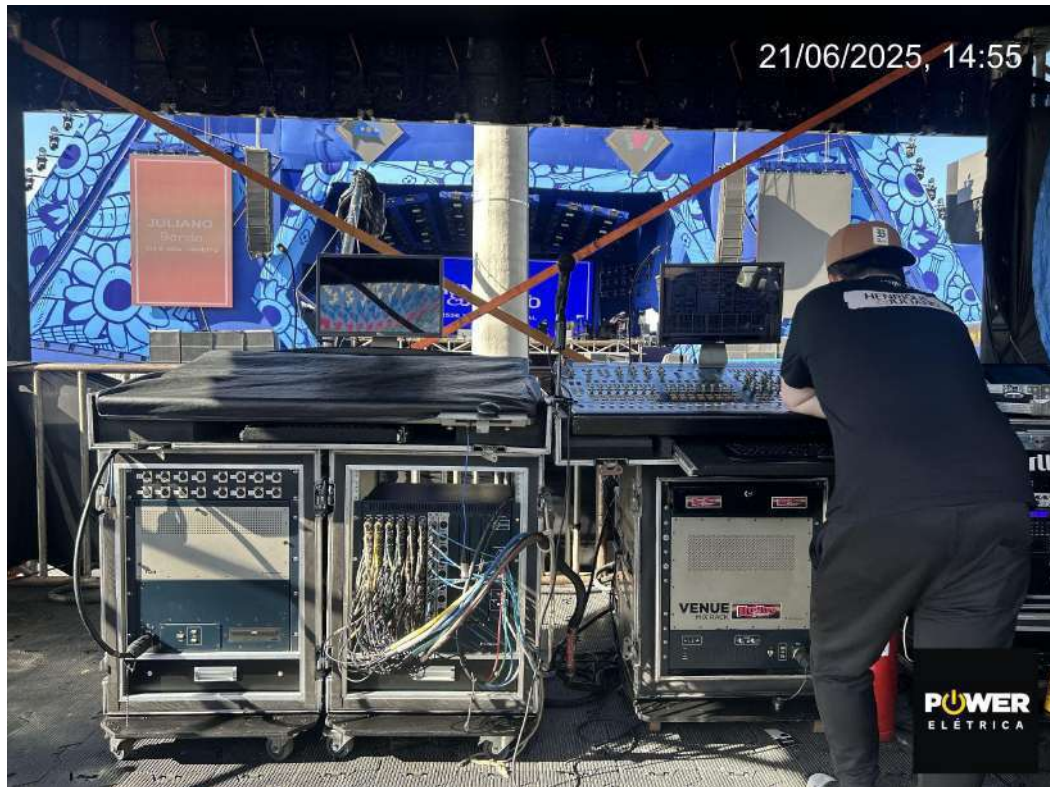
Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.3. GERADOR DO SISTEMA DE SOM

O sistema de som era composto por amplificador de áudio de alta potência, além de equipamentos de processamento de áudio. Pode-se observar na Figura 46.

Houve um erro de medição no transformador de corrente na fase B, o que fez que os dados fossem medidos em sentido oposto, não impactando na medição do sistema.

Figura 46: Sistema de Som.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.3.1. TENSÃO F-N

Houveram variações de tensão, mas aqui percebe-se que diferente dos outros sistemas, esse tem um balanceamento entre as fases, devido o som ser um sistema que trabalha sempre balanceado em todas as fases. Conforme Figura 47.

Figura 47: Gráfico das tensões no gerador do sistema de som.

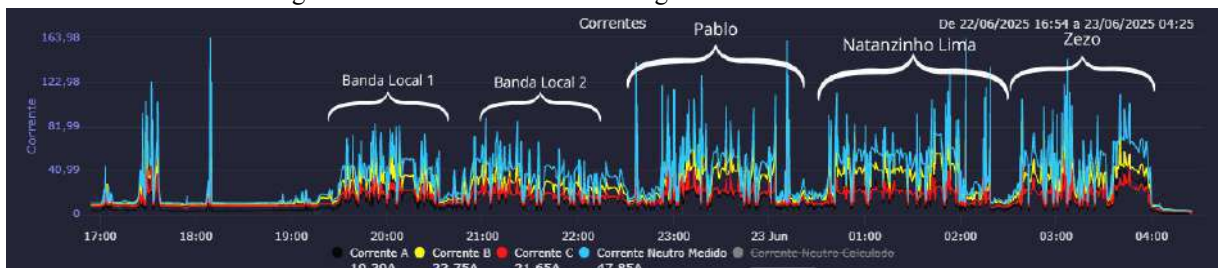


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.3.2. CORRENTES

Para as correntes, observa-se que não estão equilibradas em amplitude, conforme Figura 48, mas os picos ocorrem em simultaneidade, podemos perceber que em alguns momentos só uma ou duas fases tem um pico, causando um desequilíbrio e um consequente aumento na corrente de neutro. Também consegue-se separar o período de apresentação de cada artista, e o nível de consumo em cada uma das apresentações.

Figura 48: Gráfico das correntes no gerador do sistema de som.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.3.3. POTÊNCIA ATIVA

Pode-se ver que na fase B, a potência está com o sentido contrário, mas foi ocasionado pela instalação do transformador de corrente oposto ao sentido da corrente. Conforme Figura 49.

Figura 49: Gráfico das potências ativas no gerador do sistema de som.

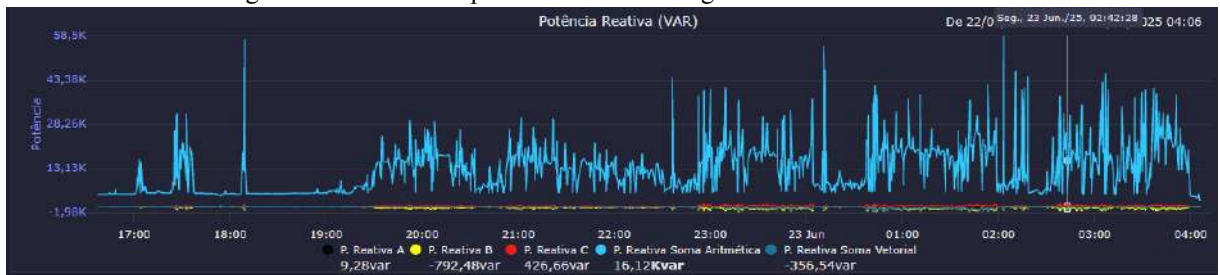


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.3.4. POTÊNCIA REATIVA

Pode-se ver que todas as fases têm potência reativa no sentido positivo. Também é ignorada a soma aritmética devido à potência com sentido contrário na fase B, que elevou muito o valor. Confirme Figura 50.

Figura 50: Gráfico das potências reativas no gerador do sistema de som.

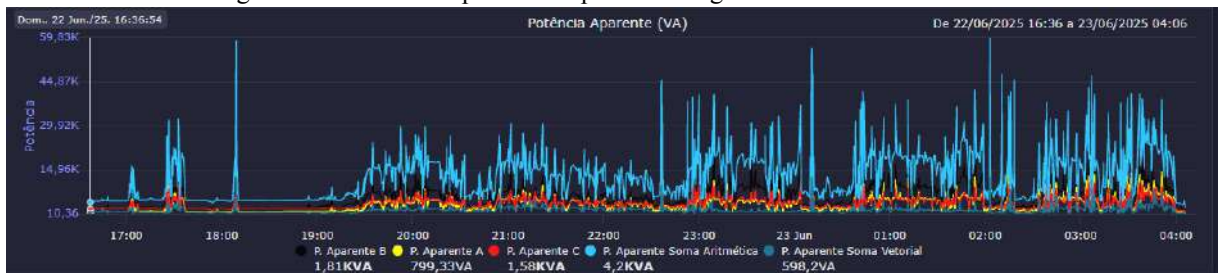


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.3.5. POTÊNCIA APARENTE

Observa-se grande quantidade de picos de potência instantâneos conforme a Figura 51, que ocorrem quando os amplificadores requisitam mais potência.

Figura 51: Gráfico das potências aparentes no gerador do sistema de som.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.3.6. FATOR DE POTÊNCIA

O fator de potência é bem variado e tende a alterar-se justamente quando houver a alta requisição de potência dos amplificadores, mas diferente dos sistemas anteriores, ele é indutivo. Conforme Figura 52.

Figura 52: Gráfico do fator de potência no gerador do sistema de som.

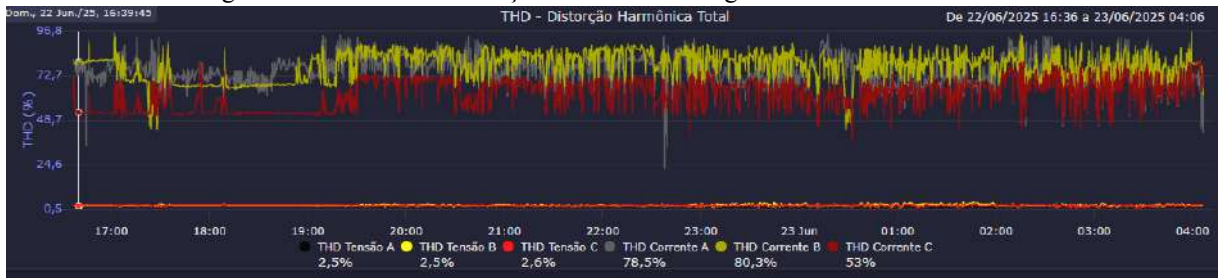


Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.3.7. DISTORÇÃO HARMÔNICA

Por ter um valor pequeno de 0,5%, a distorção harmônica das tensões pode ser desconsiderada, já para as correntes, temos valores bem altos, como podemos ver na Figura 53, mas que não apresentam retornos pelo neutro.

Figura 53: Gráfico das distorções harmônicas no gerador do sistema de som.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.3.3.8. DESEQUILÍBRIOS

Grandes desequilíbrios de corrente entre as fases, demonstrando que poderia haver um melhor balanceamento entre elas. Já no caso das tensões, houveram raros pontos de variação entre as fases. Conforme a Figura 54.

Figura 54: Gráfico dos desequilíbrios no gerador do sistema de som.



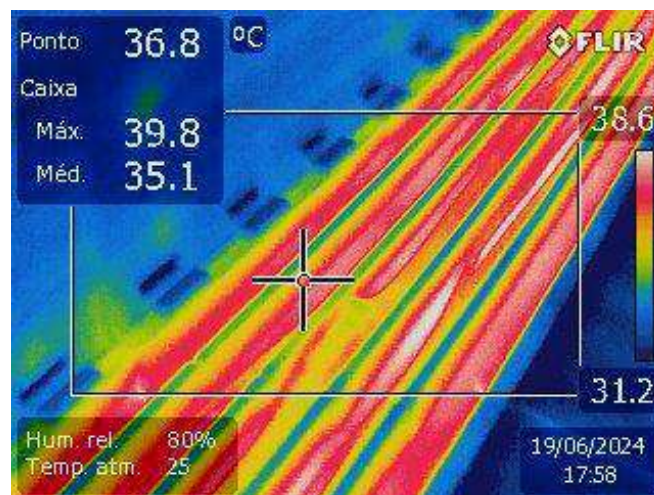
Fonte: Autoria Própria, 2025.

4.4. ANÁLISE TERMOGRÁFICA

A câmera termográfica foi utilizada para análise térmica, foram monitorados os cabos, conexões e conectores elétricos, os geradores, transformadores e racks de energia dos fornecedores.

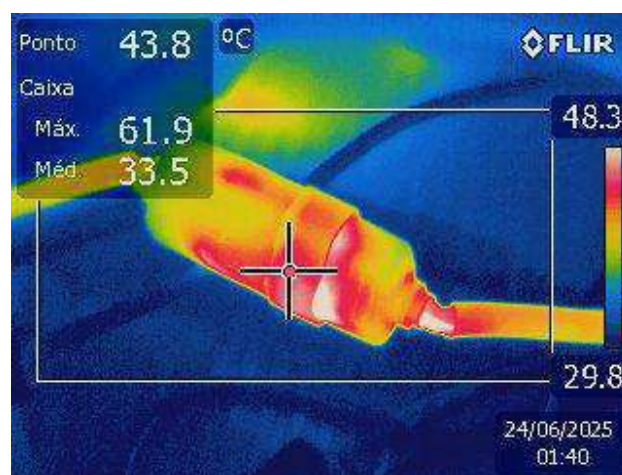
Os testes foram realizados antes e durante todo o evento visando garantir um evento mais seguro para todos. Não foram encontrados pontos com temperatura acima do normal. No leito de cabos presente na Figura 55 havia uma conexão entre um dos cabos, e não foi constatada nenhuma anormalidade. A figura 56 apresentou um único ponto para manter atenção, houve um aquecimento em uma tomada, que foi desligada e o autor sugeriu trocar para outro ponto de energia disponível. Na figura 57 mostra o quadro de automação da iluminação, também havia uma temperatura um pouco mais elevada, foi monitorada e não houve aumento, estando dentro da faixa segura de operação. Nas Figura 58a a Figura 58f mostram as análises termográficas que não houve necessidade de uma intervenção.

Figuras 55: Conexões entre cabos em um passa cabos.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figuras 56: Tomada com temperatura elevada.



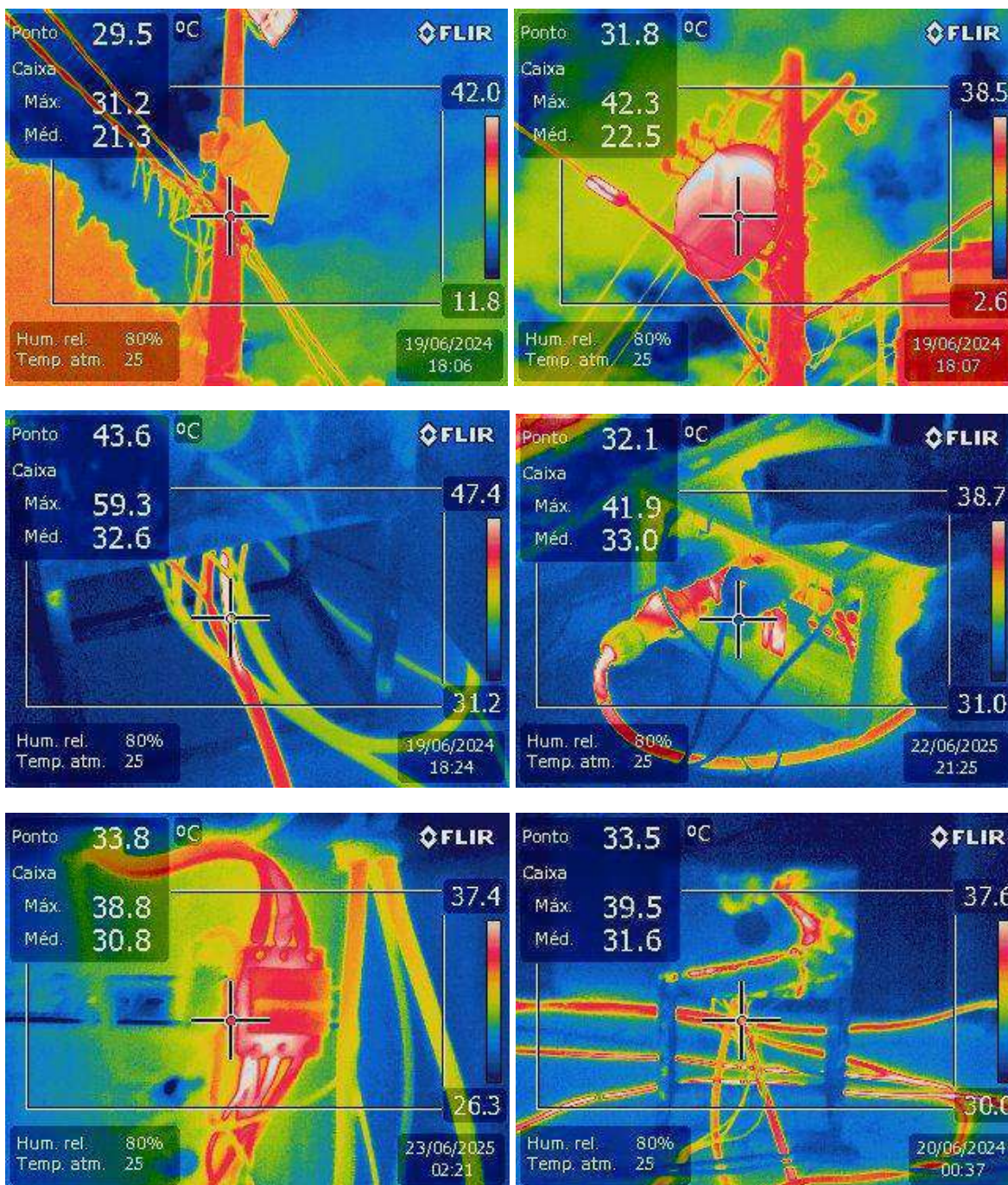
Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figuras 57: Quadro de automação com temperaturas que necessitam de acompanhamento.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

Figuras 58a a 58f: Análises Termográficas.



Fonte: Autoria Própria, 2025.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho atingiu seu objetivo primordial de avaliar as condições de segurança elétrica nas instalações efêmeras do São João de Patos 2025. Através do estudo de caso, foi possível constatar que, embora as instalações temporárias apresentem desafios intrínsecos devido à rapidez de montagem e exposição climática, a aplicação rigorosa das normas técnicas é o único caminho para a mitigação de riscos.

As medições de campo revelaram pontos cruciais:

- **Aterramento:** A intervenção técnica permitiu reduzir a resistência de aterramento no palco em 50,2% e no Camarote A em 42,6%, aproximando os valores do ideal normativo e demonstrando que ajustes simples de engenharia elevam significativamente a segurança.
- **Qualidade da Energia:** A análise dos geradores evidenciou um alto índice de distorção harmônica (THD), especialmente no sistema de LED (chegando a 90%), o que reforça a necessidade de dimensionamento robusto para suportar cargas não lineares em eventos de grande porte.
- **Manutenção Preditiva:** O uso da termografia identificou pontos de aquecimento em tomadas e quadros de automação antes que se tornassem falhas críticas, validando a técnica como indispensável para inspeções em estruturas provisórias.

Por fim, observou-se que a presença de dispositivos como o IDR e a correta equipotencialização das massas metálicas. São medidas que, quando negligenciadas, elevam o risco de acidentes graves. Este estudo reforça a importância do engenheiro eletricista no planejamento de eventos efêmeros, não apenas como um requisito burocrático, mas como um agente fundamental na preservação da vida e do patrimônio.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como continuidade desta pesquisa, sugere-se:

- O estudo do impacto de filtros de harmônicas especificamente em sistemas de grande escala de painéis de LED para melhorar a eficiência dos geradores.
- A análise da viabilidade de sistemas de aterramento temporários pré-fabricados que facilitem a equipotencialização em montagens de curtíssimo prazo.

REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419-1: **Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 1: Princípios gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419-2: **Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de risco**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419-3: **Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419-4: **Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13570: **Instalações elétricas em locais de afluência de público – Requisitos específicos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10): Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Brasília, 2004. Atualizações posteriores.

Energisa. NDU 002: **Fornecimento de energia elétrica em tensão primária**. Paraíba: Energisa, 2019.

APÊNDICES

ANEXO 01 - RELATÓRIO DE QUALIDADE DE ENERGIA DO GERADOR DO LED;

[Relatório LED](#)

ANEXO 02 - RELATÓRIO DE QUALIDADE DE ENERGIA DO GERADOR DA
ILUMINAÇÃO;

[Relatório Iluminação](#)

ANEXO 03 - RELATÓRIO DE QUALIDADE DE ENERGIA DO GERADOR DO SOM.

[Relatório Som](#)

ANEXOS

ANEXO 01 - RELATÓRIO DE QUALIDADE DE ENERGIA DO GERADOR DO LED;

[Relatório LED](#)

ANEXO 02 - RELATÓRIO DE QUALIDADE DE ENERGIA DO GERADOR DA
ILUMINAÇÃO;

[Relatório Iluminação](#)

ANEXO 03 - RELATÓRIO DE QUALIDADE DE ENERGIA DO GERADOR DO SOM.

[Relatório Som](#)

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus João Pessoa - Código INEP: 25096850
	Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe, CEP 58015-435, João Pessoa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0002-56 - Telefone: (83) 3612.1200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Trabalho de Conclusão de Curto

Assunto:	Trabalho de Conclusão de Curto
Assinado por:	Otávio Neto
Tipo do Documento:	Relatório
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Otávio Horacio de Medeiros Neto, DISCENTE (20231610031) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA - JOÃO PESSOA, em 24/07/2026 21:17:14.

Este documento foi armazenado no SUAP em 24/07/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1925115
Código de Autenticação: 2159288651

