



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

EMANUELLE RIBEIRO BRASIL LUSTOSA

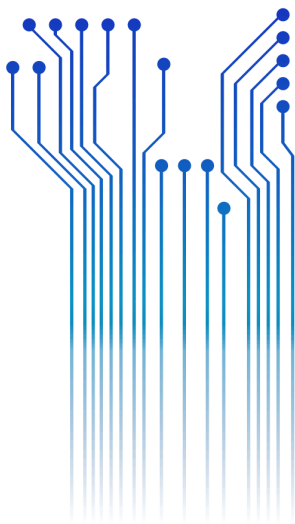


Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO



Departamento de  
Engenharia Elétrica



Campina Grande  
Setembro/2017

EMANUELLE RIBEIRO BRASIL LUSTOSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido  
à Coordenação do Curso de 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: Processamento de Energia

Orientador:  
Professor Ubirajara Rocha Meira

Campina Grande  
Setembro/2017

EMANUELLE RIBEIRO BRASIL LUSTOSA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido  
à Coordenação do Curso de 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: Processamento de Energia

Aprovado em 05/09/2017

**Professor Leimar de Oliveira**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Ubirajara Rocha Meira**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família, que é a base de tudo na minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a toda minha família, minha mãe, Josélia, por ter sido sempre um exemplo de força, coragem e dedicação, meu pai, Ulisses, e minhas irmãs, Giselle e Gabrielle, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e que sempre estão ao meu lado, mesmo que distante fisicamente.

Agradeço a todos da empresa Engemaximo, que me receberam de braços abertos e me ensinaram muito nesse período de estágio, onde cresci profissionalmente e pessoalmente.

Agradeço também a meu noivo, José Maurício, e todos os meus amigos que me apoiaram durante a graduação e que se tornaram minha família durante estes vários anos.

*“Se avexe não...  
Amanhã pode acontecer tudo  
Inclusive nada.”*

Accioly Neto.

## RESUMO

O presente relatório refere-se ao estágio supervisionado realizado na empresa Engemaximo Engenharia Ltda., localizada em Teresina – Piauí. Com duração de 240 horas, o estágio foi realizado no setor Operacional da empresa, onde foram desenvolvidas atividades relacionadas à perícia em instalações elétricas de estabelecimentos privados. A primeira parte das atividades consistiu em fazer inspeções, vistorias e realização de ensaios elétricos, in loco. Em seguida foram elaborados os laudos periciais de cada estabelecimento, em conformidade com as Normas Técnicas Nacionais.

**Palavras-chave:** Engemaximo Engenharia, Perícia, Laudo, Normas Técnicas.

## ABSTRACT

This present report refers to the supervised internship realized at the company Engemaximo Engenharia Ltda., in Teresina – Piauí. The internship was accomplished at Operationals sector of the company lasting 240 hours, where activities related to the expertise in electrical installations of private establishments were developed. The first part of the activities consisted in doing inspections, surveys and conducting electrical tests, in loco. Then were elaborated the expert reports of each establishment in accordance with the National Technical Norms.

**Keywords:** Engemaximo Engenharia, Expertise, Report, Technical Norms.



# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fachada da empresa Engemaximo Engenharia Ltda. ....	14
Figura 2 - Usina eólica de propriedade da CPFL Renováveis.....	15
Figura 3 - Subestação Parnaíba II (SE INITEC) – 500 kV .....	16
Figura 4 - Maquete do projeto de ampliação do Teresina Shopping .....	16
Figura 5 – Ensaio de Resistência de Aterramento pelo Método da Queda de Potencial.....	25
Figura 6 - Termovisor Fluke, Modelo Tis10 .....	26
Figura 7 - Analisador de Energia Modelo Powerpad 8335 .....	28
Figura 8 -Foto do visor do Analisador de Rede, com o gráfico de corrente no Ensaio de Carga Máxima	32
Figura 9 – Gráfico da tensão RMS no período de 24h.....	33
Figura 10 - Gráfico da frequência analisada pelo ensaio de 24h.....	34
Figura 11 – Ensaio de termovisão realizado no quadro de distribuição da residência periciada.....	35
Figura 12– Imagem termográfica do QGBT do piso inferior da residência .....	36
Figura 13– Imagem luz visível do QGBT do piso inferior da residência .....	37
Figura 14 – Imagem termográfica do QDFL do piso superior da residência.....	37
Figura 15– Imagem luz visível do QDFL do piso superior da residência .....	38
Figura 16– Ensaio de resistência de aterramento.....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1kV (380/220) .	33
Tabela 2 - Classificação Térmica e Providência a serem tomadas .....	36

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
DR	Dispositivo diferencial-residual
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
ISO	<i>International Standard Organization</i>
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
PE	Condutor de Proteção
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica
QDFL	Quadro de Distribuição de Força e Luz
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
A	Ampère
V	Volt
W	Watt
Hz	hetz
$\Omega$	ohm
mm <sup>2</sup>	milímetro quadrado
h	hora
min	minuto
°C	grau Celsius

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	13
1.1	Caracterização do Estágio.....	13
1.2	Motivação.....	13
1.3	Objetivos .....	14
1.4	Local do Estágio.....	14
1.5	Estrutura do Relatório.....	17
2	Fundamentação Teórica.....	18
2.1	Norma Básica para Perícias de Engenharia.....	18
2.2	NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.....	20
2.3	Ensaio de resistência de aterramento.....	24
2.4	Ensaio de Termovisão.....	26
2.5	Analisador de Rede.....	27
3	Atividades Realizadas.....	29
3.1	Inspeção visual e Arquivo Fotográfico das Instalações.....	29
3.2	Levantamento da Carga Instalada.....	31
3.3	Instalação do Analisador de Rede.....	31
3.4	Ensaio de Termovisão.....	34
3.5	Ensaio de Resistência de Aterramento.....	38
3.6	Estrutura para Confecção do Laudo.....	39
4	Conclusões.....	42
	Referências.....	44
	APÊNDICE A – Arquivo Fotográfico.....	45
	APÊNDICE B – Levantamento da Carga Instalada.....	57

# 1 INTRODUÇÃO

O curso de engenharia elétrica é muito abrangente e oferece uma grande variedade de atuação no mercado de trabalho. Uma área crescente no mercado é a de perícia em instalações elétricas, tanto para avaliar o estado das instalações de uma edificação, quanto para analisar a qualidade da energia elétrica.

A empresa Engemaximo Engenharia Ltda. atua no ramo de perícias, onde a discente teve a oportunidade de estagiar e colocar seus conhecimentos em prática. Neste contexto, o presente relatório visa descrever de forma clara o estágio realizado na área de perícia elétrica.

## 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTÁGIO

O estágio em questão foi do tipo supervisionado com duração de 240 horas e realizado na empresa Engemaximo Engenharia Ltda., localizada na cidade de Teresina, no estado do Piauí.

A estagiária trabalhou no setor operacional da empresa sob supervisão dos engenheiros eletricitas Marcílio Cerveira e Marcelo Helvécio. Dentro desse setor existem distintos campos de trabalho, dependendo da diversidade da demanda de serviços prestados pela empresa no momento, como por exemplo, perícias elétricas, manutenção de subestações, parametrização de equipamentos de alta tensão e etc.

Durante o período de estágio, a estagiária atuou junto com uma equipe de técnicos e engenheiros na realização de perícias em instalações elétricas de estabelecimentos privados.

## 1.2 MOTIVAÇÃO

A realização do estágio é de extrema importância para formação de um engenheiro, visto que se tem a possibilidade de aplicar os conhecimentos de engenharia na prática e aprofundar o seu conhecimento.

Além disso, engrandece a formação profissional do indivíduo, que passa a conhecer de perto o mercado de trabalho, ter responsabilidade de cumprir metas e prazos e trabalhar em equipe para se alcançar um objetivo comum.

### 1.3 OBJETIVOS

O presente relatório tem como objetivo apresentar uma fundamentação teórica sobre perícia em engenharia, norma de instalações elétricas de baixa tensão e ensaios elétricos realizados e também descrever as atividades executadas durante o estágio na empresa Engemaximo Engenharia Ltda.

### 1.4 LOCAL DO ESTÁGIO

A Engemaximo Engenharia Ltda. foi fundada cerca de 20 anos atrás, com objetivo de oferecer soluções em engenharia elétrica, dimensionadas para cada caso, de acordo com a necessidade de seus clientes.

Figura 1 - Fachada da empresa Engemaximo Engenharia Ltda.



Fonte: <https://www.google.com.br/maps>.

Neste contexto, a empresa trabalha na elaboração de projetos, operação e fiscalização de obras em subestações e instalações industriais e prediais e

comissionamento de equipamentos de alta tensão. Possui uma enorme gama de atuação, desenvolvendo também trabalhos de perícia técnica em instalações de alta e baixa tensão.

Dentre os serviços já prestados, destaca-se o trabalho em obras para a CPFL Renováveis. Onde foram executados, no período de 02/2013 à 06/2013, ensaios de medição de potenciais de superfície e resistência de terra das malhas de aterramento das subestações coletoras das Usinas Eólicas, Icaraizinho, Foz do Rio Choró, Paracurú e Complexo Eólico Taiba de propriedade da empresa CPFL Renováveis.

Figura 2 - Usina eólica de propriedade da CPFL Renováveis



Fonte: [www.engemaximo.com.br](http://www.engemaximo.com.br)

Outro serviço prestado foi para a empresa Alstom Grid Brasil, na execução de ensaios elétricos e verificação de construção do comissionamento da Subestação Parnaíba II (SE INITEC) – 500 kV de propriedade da Usina Termoelétrica Parnaíba, localizada em Santo Antônio dos Lopes - Maranhão.

Figura 3 - Subestação Parnaíba II (SE INITEC) – 500 kV



Fonte: [www.engemaximo.com.br](http://www.engemaximo.com.br)

A Engemaximo também atuou na obra de ampliação do Teresina Shopping, com serviços de Engenharia de Execução de Projeto de Seletividade, Estudo de Graduação e Parametrização das Proteções das Subestações Abrigadas 13.8/0.38/0.22 kV e Subestação Abaixadora 69/13.8 kV.

Figura 4 - Maquete do projeto de ampliação do Teresina Shopping



Fonte: [www.engemaximo.com.br](http://www.engemaximo.com.br)



## 1.5 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente trabalho apresenta a seguinte distribuição. O Capítulo 1 é introdutório, faz a contextualização do trabalho, apresenta a motivação da estagiária para realizar o mesmo, estabelece os objetivos a serem alcançados, descreve a empresa onde foi realizado o estágio e apresenta a estrutura do relatório.

O Capítulo 2 apresenta uma fundamentação teórica com a finalidade de fornecer uma base para a compreensão das atividades executadas no decorrer do estágio. Esse capítulo aborda a normatização para perícias em engenharia e para instalações elétricas de baixa tensão, além disso, descreve o ensaio de resistência de aterramento, o ensaio de termovisão e o que é um analisador de rede.

O Capítulo 3 descreve as atividades realizadas durante o estágio, bem como resultados verificados durante a perícia em uma das residências periciadas. Tem-se como atividades realizadas: inspeção visual e arquivo fotográfico das instalações; levantamento da carga instalada; instalação do analisador de rede; ensaio de termovisão; ensaio de resistência de aterramento e por fim as etapas para confecção do laudo da edificação periciada.

O Capítulo 4 é conclusivo e destaca as principais conclusões do estágio, como a importância do trabalho realizado, os principais pontos observados durante as perícias e contribuições trazidas à estagiária.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 NORMA BÁSICA PARA PERÍCIAS DE ENGENHARIA

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE/SP), fundado em 15 de janeiro de 1979 é filiado ao IBAPE – Entidade Federativa Nacional, e vem desenvolvendo desde então trabalhos essenciais voltados para a capacitação e aprimoramento profissional, bem como para a criação e o desenvolvimento da cultura técnica a serviço da Engenharia de Avaliações e das Perícias de Engenharia.

A Norma Básica para Perícias de Engenharia do IBAPE /SP – 2015 estabelece diretrizes e requisitos mínimos a serem observados na elaboração das perícias de engenharia. Essa norma define Perícia como sendo uma *“atividade técnica realizada com o propósito de averiguar e esclarecer fatos, verificar o estado de um bem, apurar as causas que motivaram determinado evento, avaliar bens, seus custos, frutos ou direitos”* (IBAPE/SP, 2015).

As perícias podem ser divididas em Avaliação, Exame e Vistoria. A primeira aborda uma análise técnica a fim de identificar valores, custos ou indicadores de viabilidade econômica para um determinado objetivo. A segunda consiste na constatação de fatos ou desenvolvimento de processo analítico fundamentado que permita extrair conclusões acerca de causas e consequências, tendo como objeto pessoas, semoventes e bens móveis. Já a terceira trata do mesmo da segunda, porém tendo como objeto bens imóveis.

As atividades de perícia devem ser elaboradas sob a responsabilidade e exclusiva competência de engenheiros e arquitetos legalmente habilitados pelos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREA), e de Arquitetura e Urbanismo (CAU), de acordo com as Leis Federais nº 5194, de 21/12/1966 e nº 12.378, de 3/12/2010 e resoluções do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA).

Algumas definições são descritas pela referida norma e devem estar em conformidade com as Normas Técnicas específicas aplicáveis em função da natureza do objeto periciado. Dentre elas, pode-se citar:

- **Anomalia:** irregularidade anormalidade, exceção à regra.

- **Assistente Técnico:** Profissional legalmente habilitado, indicado e contratado pela parte para orientá-la, assistir os trabalhos periciais em todas as fases da perícia e, quando necessário, emitir seu parecer técnico.
- **Avaria:** Estrago físico e material decorrente de vícios, defeitos ou ações de origem externa.
- **Conformidade:** Atendimento a requisitos e padrões estabelecidos em projetos, memoriais descritivos, normas técnicas, legislações específicas, manuais técnicos e outros documentos desenvolvidos por fabricantes e prestadores de serviço, boletins técnicos de produtos e procedimentos, dados de fabricantes de produtos / sistemas / equipamentos / máquinas, contratos e material promocional.
- **Dano:** Prejuízo causado a outrem pela ocorrência de vícios, defeitos, sinistros e delitos, entre outros.
- **Defeitos:** Anomalias que podem causar danos efetivos ou representar ameaça potencial de afetar a saúde ou segurança do dono ou consumidor, decorrentes de falhas do projeto ou execução de um produto ou serviço, ou ainda, de informação incorreta ou inadequada de sua utilização ou manutenção.
- **Deterioração:** Depreciação de um bem devido ao desgaste de seus componentes ou falhas de funcionamento de sistemas, em razão de uso ou manutenção inadequado.
- **Engenharia Legal:** Área de especialização dos profissionais da engenharia e arquitetura que atuam na interface técnico-legal envolvendo avaliações e toda espécie de perícias visando solução ou prevenção de litígios.
- **Laudo:** Documento técnico elaborado por profissional habilitado no qual são relatadas constatações, análises e conclusões de perícias, exames, vistorias e avaliações.
- **Parecer Técnico:** Relatório circunstanciado, ou esclarecimento técnico emitido pelo assistente técnico ou por um profissional capacitado e legalmente habilitado sobre assunto de sua especialidade.
- **Perito:** Profissional legalmente habilitado, idôneo e capacitado para realizar uma perícia.

Além disso, têm-se os requisitos essenciais e específicos que devem ser observados nas atividades de perícia para que se realizem tais atividades com confiabilidade e qualidade. Dentre esses requisitos, um importante item da referida norma que se adequa bem à perícia em instalações elétricas é o 7.1.3.1: “*Verificar não conformidades com as prescrições das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) pertinentes, através de inspeção visual, testes e ensaios, quando forem necessários*” (IBAP/SP, 2015).

Por fim, a norma traz a estrutura que um Laudo Pericial deve conter e como devem ser apresentados e redigidos. O laudo deve ser escrito de forma simples e concisa, para que não dificulte a sua compreensão e conclusão. E deve conter na sua estrutura: o Solicitante, Objetivo, Objeto, Constatações ou Verificações, Análises e Fundamentações, Respostas aos Quesitos, Conclusões e Encerramento.

## 2.2 NBR 5410 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A Norma Brasileira 5410 da ABNT contém em seu texto diretrizes para satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, garantindo a segurança das pessoas e animais, o bom funcionamento da instalação e a conservação dos bens. A norma é aplicável às instalações elétricas de edificações, como também *trailers*, locais de acampamento, marinas, dentre outros. Em relação aos circuitos elétricos, a norma é aplicável aos circuitos com tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequência inferior a 400 Hz, e tensão nominal igual ou inferior a 1500 V em corrente contínua.

Dentro da norma são encontradas definições referentes aos seguintes assuntos: componentes da instalação elétrica e quadro de distribuição principal, proteção contra choques elétricos (elemento condutivo, proteção básica, proteção supletiva, etc), linhas elétricas (linha elétrica de sinal, linha externa, ponto de entrega, etc), serviços de segurança (fonte normal, fonte de reserva e fonte de segurança). Todos os conceitos podem ser encontrados explicados detalhadamente no referido documento.

Com relação à proteção contra choques elétricos, em geral, deve existir, no mínimo, a proteção básica e a proteção supletiva. Em alguns casos faz-se necessário o uso de proteção adicional. Os conceitos desses tipos de proteção estão relacionados abaixo:

- **Proteção básica:** É o meio destinado a impedir contato com partes vivas perigosas em condições normais. Exemplos: isolamento básica ou separação básica, uso de barreira ou invólucro e limitação da tensão.
- **Proteção supletiva:** É o meio destinado a suprir a proteção contra choques elétricos quando massas ou partes condutivas acessíveis tornam-se acidentalmente vivas. Exemplos: equipotencialização e seccionamento automático da alimentação, isolamento suplementar e separação elétrica.
- **Proteção adicional:** Uma proteção adicional contra choques elétricos bastante comum é o uso de dispositivo diferencial-residual (DR) de alta sensibilidade. Casos de uso obrigatório do DR:
  - I. Circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheira ou chuveiro;
  - II. Circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
  - III. Circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;

A proteção contra efeitos térmicos pode ser dividida em:

- **Proteção contra incêndio:** Os componentes da instalação não devem representar perigo de incêndio para os materiais adjacentes. Um exemplo deste tipo de proteção é o uso de sensores térmicos em motores comandados automaticamente ou à distância, devem ser protegidos contra sobreaquecimento (Para mais detalhes ver NBR 5410 item 5.2.2).
- **Proteção contra queimaduras:** As partes acessíveis de componentes da instalação posicionados dentro da zona de alcance normal não devem atingir temperaturas que possam causar queimaduras em pessoas, respeitando os valores máximos indicados na tabela 29 (página 60 da NBR 5410). Por exemplo, para dispositivos de manobra metálicos, a temperatura máxima é 55°C.

Com relação à proteção contra sobrecorrentes, utilizam-se, em geral, dispositivos como disjuntores, fusíveis tipo gG, ou disjuntores associados a dispositivos fusíveis, conforme as normas técnicas vigentes.

Existem casos em que se podem omitir a proteção contra correntes de sobrecargas como, por exemplo, em circuitos que alimentem equipamentos de utilização, nos casos em que o desligamento inesperado do circuito suscitar uma situação de perigo ou, inversamente, desabilitar equipamentos indispensáveis numa situação de perigo. Alguns desses circuitos são: circuitos de excitação de máquinas rotativas; circuitos de alimentação de eletroímãs para elevação de cargas; circuitos secundários de transformadores de corrente; circuitos de motores usados em serviços de segurança (bombas de incêndio, sistemas de extração de fumaça etc.).

A proteção contra sobretensões e perturbações magnéticas é dividida da seguinte forma:

- **Proteção contra sobretensões temporárias:** Determinadas ocorrências podem fazer com que os circuitos fase–neutro sejam submetidos a sobretensões que podem atingir o valor da tensão entre fases. Para a seleção dos dispositivos de proteção contra surtos (DPS), o exame da máxima tensão de operação contínua a que eles estarão sujeitos, no ponto previsto para sua instalação, deve levar em conta a probabilidade de sobretensões temporárias no ponto em questão e sua magnitude.
- **Proteção contra sobretensões transitórias:**
  - a) em linhas de energia: quando a instalação for alimentada por linha total ou parcialmente aérea, ou incluir ela própria linha aérea, e se situar em região sob condições de influências externas.
  - b) em linhas de sinal: Toda linha externa de sinal, seja de telefonia, de comunicação de dados, de vídeo ou qualquer outro sinal eletrônico, deve ser provida de proteção contra surtos nos pontos de entrada e/ou saída da edificação.

Para a Proteção contra quedas e faltas de tensão, os dispositivos mais utilizados são: relés ou disparadores de subtensão atuando sobre contatores ou disjuntores; contatores providos de contato auxiliar de auto alimentação. A atuação destes dispositivos pode ser temporizada, se o equipamento protegido puder admitir, sem inconvenientes, uma falta ou queda de tensão de curta duração.

Nos casos que forem utilizados contadores, a temporização na abertura ou no fechamento não deve, em nenhuma circunstância, impedir o seccionamento instantâneo imposto pela atuação de outros dispositivos de comando e proteção. Deve-se observar também que quando o religamento de um dispositivo de proteção for suscetível de causar uma situação de perigo, esse religamento não deve ser automático.

Quanto aos componentes da instalação, todos devem satisfazer a norma NBR 5410, na inexistência da norma brasileira, deve-se atentar a norma IEC (*International Electrotechnical Commission*), norma ISO (*International Standard Organization*), norma regional, norma estrangeira reconhecida ou acordo especial entre o responsável pela obra e o responsável pela instalação.

Devem ser observadas também, as condições de serviços, como: a tensão deve corresponder à tensão nominal da instalação; a corrente deve estar de acordo com a corrente de projeto; a frequência deve ser a frequência da corrente do circuito; e a potência de todos os componentes deve estar adequada às condições normais de serviço.

As influências externas podem ser consideradas como sendo a temperatura ambiente, a umidade atmosférica, demais condições ambientais, condições de utilização e de construção das edificações, etc.

Todos os componentes, inclusive as linhas elétricas, devem ser dispostos de modo a facilitar sua operação, manutenção, etc.; não devendo ser reduzido pela montagem de compartimentos e invólucros.

Tais componentes devem ser devidamente identificados. A finalidade do dispositivo de comando deve ser apontada por placas, etiquetas ou sinalizadores visíveis quando o componente não estiver à vista do operador e puder acarretar perigo.

Já os condutores devem possuir identificação através de cores, sendo o condutor de neutro de cor azul claro (esta cor pode ser utilizada para outro fim quando não houver neutro no circuito); o de proteção (PE), de cor verde-amarela ou verde (exclusivas); o condutor de fase de qualquer cor, desde que não seja uma cor já exclusiva (azul-claro, verde-amarelo e verde) ou amarela, para não confundir com o condutor de proteção.

A periodicidade da manutenção deve ser adequada a cada tipo de instalação. Por exemplo, essa periodicidade deve ser tanto menor quanto maior a complexidade da instalação (quantidade e diversidade de equipamentos), sua importância para as atividades desenvolvidas no local e a severidade das influências externas a que está

sujeita. Sempre que possível, as verificações devem ser realizadas com a instalação desenergizada.

Ao término das verificações, deve ser efetuado um ensaio geral de funcionamento, simulando-se pelo menos as situações que poderiam resultar em maior perigo. Deve ser verificado se os níveis da tensão de operação estão adequados.

Toda instalação ou parte que, como resultado das verificações indicadas, for considerada insegura deve ser imediatamente desenergizada, no todo ou na parte afetada, e somente deve ser recolocada em serviço após correção dos problemas detectados.

A NBR 5410 constitui-se em um documento completo, contemplando de forma geral os principais pontos a serem considerados na hora de se projetar os circuitos elétricos de uma residência, e de ampla aplicabilidade no caso de instalações elétricas de baixa tensão. Ao seguir suas diretrizes, o projetista estará garantindo segurança e confiabilidade. O documento é de fácil interpretação garantindo com que erros sejam evitados.

### 2.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO

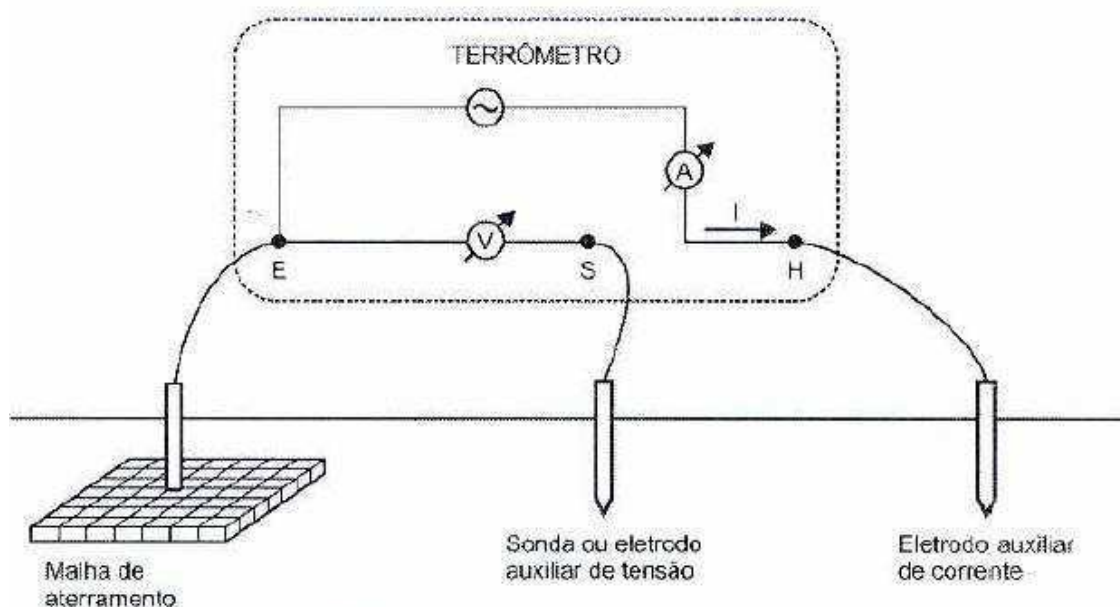
Aterramento é definido como sendo a ligação intencional de parte eletricamente condutiva à terra, através de um condutor elétrico (NBR 15749, 2009). Essa ligação tem por objetivo controlar a tensão dentro dos limites aceitáveis, fornecendo um caminho alternativo para circulação de corrente, auxiliando a atuação dos dispositivos de proteção de forma mais rápida. O controle das tensões, em relação à terra, limita o esforço da tensão na isolação dos condutores, reduz os riscos de choque em pessoas que venham a entrar em contato com condutores vivos e diminui as interferências eletromagnéticas (SOUZA, 2007).

Pode-se concluir que um sistema de aterramento tem o propósito de garantir a segurança de atuação dos dispositivos e equipamentos de proteção, a proteção das instalações contra descargas atmosféricas e especialmente a segurança de pessoas e animais. Compreende-se como segurança, a proteção contra contatos com partes metálicas energizadas, definida como tensão de toque e a uniformização do potencial de uma malha de aterramento, prevenindo o crescimento dos potenciais elétricos na sua superfície (tensão de passo).



Para a medição de resistência de aterramento, utiliza-se bastante o método da queda de potencial, que é realizado através de equipamento específico, o terrômetro. Esse método consiste basicamente em fazer circular uma corrente através da malha de aterramento sob ensaio por intermédio de um eletrodo auxiliar de corrente e medir a tensão entre a malha de aterramento e o terra de referência por meio de uma sonda ou eletrodo auxiliar de potencial (NBR 15749, 2009). Esses eletrodos são hastes metálicas que devem ser cravadas firmemente no solo, a fim de garantir a menor resistência de aterramento do conjunto. E para minimizar erros no resultado do ensaio, as medições devem ser executadas com os eletrodos de corrente e potencial alinhados e na mesma direção e sentido. A figura abaixo representa como deve ser feito o ensaio.

Figura 5 – Ensaio de Resistência de Aterramento pelo Método da Queda de Potencial



Fonte: NBR 15749, 2009.

Onde  $I$  é a corrente de ensaio;  $S$  é o borne para a sonda ou eletrodo auxiliar de potencial;  $H$  é o borne para o eletrodo auxiliar de corrente;  $E$  é o borne para a malha de aterramento sob medição. De acordo com a NBR 15749, para sistemas de aterramento pequenos, com dimensão máxima de 10 metros (geralmente utilizados em residências e pequenos estabelecimentos), a distância entre os pontos  $E$  e  $S$ , ou seja, entre o ponto de medição do sistema de aterramento e o eletrodo auxiliar de tensão, deve ser em torno de 62% da distância entre  $E$  e  $H$  (ponto onde foi fixado o eletrodo auxiliar de corrente)

A fim de garantir um caminho de baixa resistência à corrente, a malha de aterramento deve possuir resistência máxima de  $10 \Omega$ . Isso é uma recomendação e é diretamente influenciada pela geometria dos eletrodos usados, bem como pelo solo. Quanto maior for a resistividade do solo, maior será sua resistência (CREDER, 2007).

## 2.4 ENSAIO DE TERMOVISÃO

Os termovisores estão sendo largamente utilizados no setor elétrico na avaliação das condições de equipamentos e instalações elétricas. Esse ensaio de termografia tem a vantagem de ser não invasivo e não destrutivo, pois se utiliza da radiação infravermelha emitida pelos corpos com intensidade proporcional a sua temperatura. Em quadros e painéis elétricos, por exemplo, podem-se identificar pontos quentes que indicam irregularidades na instalação.

Figura 6 - Termovisor Fluke, Modelo Tis10



Fonte: <http://www.fluke.com>

A norma NBR 15572 - Ensaios não destrutivos - Termografia por infravermelho - Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos, elaborada pela ABNT, traz a definição e qualificação dos envolvidos na inspeção termográfica, onde, cita-se:

- **Inspetor termografista:** pessoa responsável pela realização da inspeção e que tem conhecimentos dos equipamentos a serem inspecionados; que é capaz de executar e interpretar os resultados; conhece a operação do termovisor e obedece as práticas e normas de segurança (NR 10) e da empresa.

- **Assistente qualificado:** pessoa que tem conhecimento sobre a operação do equipamento a ser inspecionado e sobre os requisitos de segurança da NR 10.
- **Usuário final:** pessoa que assume a responsabilidade por consequências provenientes de ações tomadas, ou não, como os resultados obtidos da inspeção e que disponibiliza um assistente qualificado que tenha conhecimento sobre a operação e histórico dos equipamentos a serem inspecionados pelo termografista.

A mesma norma também define diversos procedimentos para serem seguidos pelos envolvidos na inspeção, alguns deles são:

- **Preparação dos equipamentos e materiais:** câmera termográfica calibrada, termo higrômetro calibrado, alicate amperímetro, entre outros;
- **Práticas para inspeção:** designação de assistente qualificado pelo usuário final, informações sobre a instalação (por exemplo: zonas de riscos e controlada); efetuar os ajustes nos equipamentos (emissividade), observação do ângulo de inspeção entre o termovisor e o ponto a ser inspecionado, entre outros;
- **Práticas de segurança:** observar EPI e zona livre para posicionamento do termografista, realizar uma inspeção visual verificando possíveis anomalias.
- **Grau de intervenção:** a avaliação da severidade da anomalia térmica deve ser realizada seguindo os critérios próprios do usuário final, requisitos normativos, quando eventualmente adotados, ou recomendações do fabricante.

## 2.5 ANALISADOR DE REDE

O analisador de rede é um analisador de energia capaz de verificar a qualidade da energia elétrica. Este equipamento está sendo largamente usado na prestação de serviços em residências, comércios, hospitais, indústrias, escolas e etc., cujo proprietário necessita de um controle mais preciso sobre a qualidade da energia elétrica que chega ao seu estabelecimento.

Em geral, possuem design robusto e compacto, facilitando o trabalho de técnicos e eletricitistas e permitindo um melhor deslocamento. Esse dispositivo fornece a análise de grandezas elétricas como: tensão, corrente, frequência e distorção harmônica. Além disso, possui a capacidade de armazenar esses dados por longos períodos e com o auxílio do software específico, podem-se gerar relatórios. Na figura a seguir tem-se um analisador da AEMC instruments, modelo PowerPad 8335.

Figura 7 - Analisador de Energia Modelo Powerpad 8335



Fonte: PowerPad 8335 User Manual, AEMC Instruments.

### 3 ATIVIDADES REALIZADAS

Durante o período de estágio na Engemaximo as atividades foram realizadas com uma carga horária semanal de 30 horas, sob supervisão dos engenheiros Marcílio Dantas Cerveira e Marcelo Helvécio Omena de A. Maximo. A estagiária em questão, junto com o assistente de engenharia, Ciro Sousa, e uma equipe de técnicos, ficaram responsáveis pelos serviços de perícia em instalações elétricas de baixa tensão contratados por particulares.

No total foram realizados neste período em questão três perícias em residências, uma perícia da área comum de um condomínio residencial e, atualmente, está sendo realizada a perícia de um hospital da cidade de Teresina.

A seguir serão apresentadas as etapas que foram seguidas para todos os serviços de perícia acima citados e os resultados obtidos de uma das residências periciadas.

#### 3.1 INSPEÇÃO VISUAL E ARQUIVO FOTOGRÁFICO DAS INSTALAÇÕES

Nessa etapa, a equipe vai ao local a ser periciado e faz a inspeção visual das instalações elétricas e, com o auxílio de uma câmera fotográfica, registra todas as partes visíveis da instalação elétrica. Posteriormente, é montado o arquivo fotográfico do local e nele apontam-se as conformidades e não conformidades encontradas nas instalações.

A inspeção é feita desde o ponto de entrada de energia elétrica, no medidor de energia, passando por caixas de inspeção, chegando ao Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) e aos demais Quadros de Distribuição de Força e Luz (QDFL) que possam conter no local. E também são vistoriados os pontos de tomada e iluminação.

O arquivo fotográfico de uma das residências periciadas encontra-se no Apêndice A. Foram observadas as não conformidades abaixo relacionadas:

- Foi identificado que o **disjuntor da Caixa de Medição** possui corrente nominal de **40A** e o **disjuntor do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) do piso Inferior** tem corrente nominal de **50A**. De acordo com os **itens 5.3.6 e 6.3.6.1 da NBR 5410/2008** os disjuntores estão sendo

utilizados fora dos padrões de **coordenação e seletividade** (Ver imagem 03 do Apêndice A - Arquivo Fotográfico);

- Um dos condutores presente na Caixa de Medição está com o **isolamento com avaria**, podendo causar danos mais graves à instalação elétrica (Ver imagem 04 do Apêndice A - Arquivo Fotográfico);
- O **Condutor da Fase C** que deriva do disjuntor da Caixa de Medição é de **seção transversal (bitola) menor (6 mm<sup>2</sup>)**, e não está em conformidade com a seção prevista no Projeto Elétrico da referida residência, o qual solicita um cabo com seção de **10 mm<sup>2</sup>**, sendo possível observar essa anomalia na imagem 04 do Apêndice A - Arquivo Fotográfico;
- Observou-se que o **QGBT do piso Inferior não possui identificação dos circuitos**. E de acordo com o **item 6.1.5.4** da norma **NBR 5410/2008**, deve-se identificar os circuitos de cada disjuntor e também, falta aviso de "ADVERTÊNCIA" para os dois quadros da residência, conforme o **item 6.5.4.10** (Ver imagens 06 e 25 do Apêndice A - Arquivo Fotográfico);
- No Quadro de Distribuição Inferior, notou-se que o **Condutor Neutro e o Condutor de Proteção** que chegam aos seus respectivos barramentos, estão **fora do padrão de cores** estabelecido pela norma **NBR 5410/2008** nos itens **6.1.5.3.1** e **6.1.5.3.2** (Ver imagem 07 do Apêndice A - Arquivo Fotográfico);
- O **DPS** da fase A presente no **Quadro de Distribuição Inferior** possui **especificações diferentes** dos demais. E todos eles estão diferentes dos especificados no Projeto Elétrico da referida residência (Ver imagem 08 do Apêndice A - Arquivo Fotográfico);
- Verificou-se que existem **disjuntores**, tanto no QGBT do piso Inferior quanto no Quadro de Distribuição de Força e Luz do piso Superior, **estão diferentes dos especificados no Projeto Elétrico**. (Ver imagens 09,10, 26 e 27 do Anexo 01- Arquivo Fotográfico);
- Observou-se que não foi previsto em projeto o uso de dispositivos **Diferencial-Residual (DR)** para os circuitos de banheiros contendo tomadas de uso geral e chuveiro elétrico, cozinhas, varandas e áreas

externas, a fim de proteção contra choques elétricos, estando em não conformidade com as recomendações contidas na **NBR 5410/2008 (item 5.1.3.2)**;

- Os **terminais dos condutores** do tanto do QGBT do piso Inferior quanto do QDFL do piso Superior, não possuem identificação (Ver imagens 07 e 28 do Apêndice A- Arquivo Fotográfico).

## 3.2 LEVANTAMENTO DA CARGA INSTALADA

O levantamento da carga instalada é realizado anotando-se em uma tabela todos os aparelhos elétricos, lâmpadas e etc. e sua respectiva potência nominal em Watts e seu grau de utilização. Este levantamento tem por objetivo saber a potência total instalada e de acordo com o grau de utilização informado pelo proprietário, ter uma estimativa do consumo diário, semanal e mensal de energia elétrica.

Para a residência periciada, obteve-se uma potência total instalada de 30,65 kW e um consumo mensal de 684 kWh/mês, como pode ser verificado no Apêndice B – Levantamento da Carga Instalada.

## 3.3 INSTALAÇÃO DO ANALISADOR DE REDE

O analisador de rede geralmente é instalado no Barramento 380/220 V, pertencente ao Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) do local, para se analisar principalmente os valores de tensão, corrente e frequência que chegam ao local.

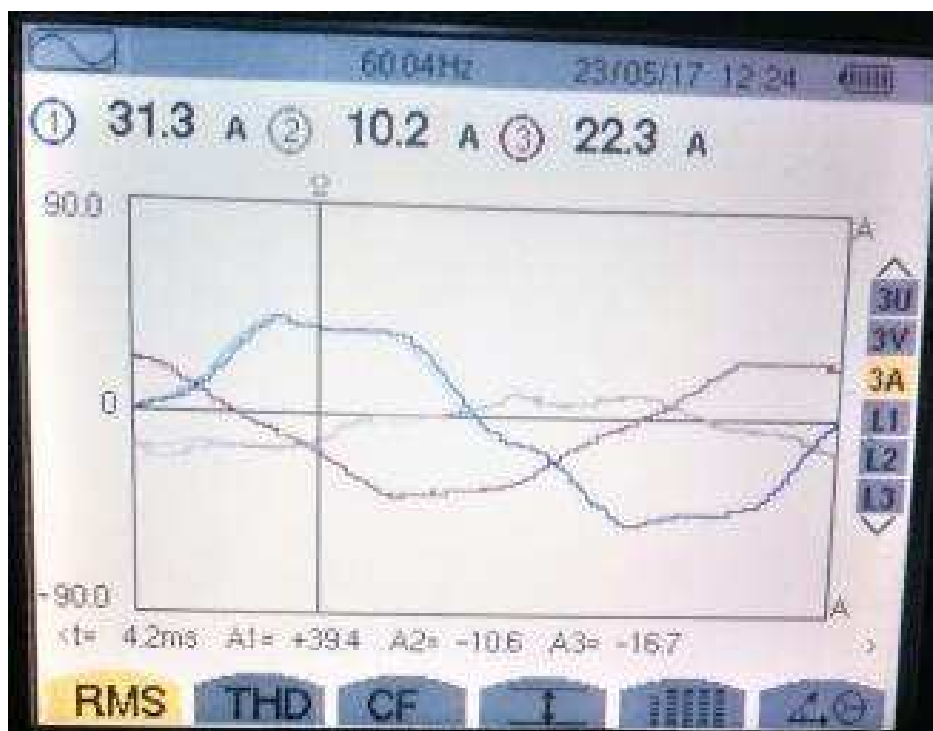
O equipamento utilizado no estudo foi o Analisador De Qualidade De Energia Trifásica – MEGABRAS AEMC – Modelo PowerPad 8335 - 600 V CAT IV, 1000 V CAT III, que dispõe de uma precisão de tensão de 0,1%, o que o coloca em conformidade total com a norma IEC 61000-4-30, Classe A e o PRODIST- Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, elaborado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Após a conexão do analisador ao barramento faz-se toda a configuração de armazenamento dos dados, tanto duração do ensaio, quanto número de amostras por

minuto. Posteriormente, os dados são processados através do software Data View, que gera os gráficos de todas as grandezas elétricas.

Para a referida residência, foram feitos dois ensaios com o analisador. O primeiro, chamado **Ensaio de Carga Máxima**, foi realizado durante **20 (vinte) minutos**, com toda a carga da residência ligada, para se verificar possíveis problemas existentes nas instalações na **condição extrema de uso** de todos os equipamentos. A partir deste ensaio, observou-se um desbalanceamento de carga entre as fases A, B e C (Figura 8). A **fase B**, observada na curva 2, possui uma corrente de amplitude de **10,2 A**, bem mais baixa que as demais (31,3 A e 22,3 A), caracterizando o desbalanceamento. Esta situação provoca um fluxo de corrente no neutro, tanto maior quanto for a magnitude do desbalanceamento, podendo causar ruídos na rede elétrica, e comprometimento dos equipamentos do referido estabelecimento.

Figura 8 -Foto do visor do Analisador de Rede, com o gráfico de corrente no Ensaio de Carga Máxima



Fonte: Próprio Autor, 2017.

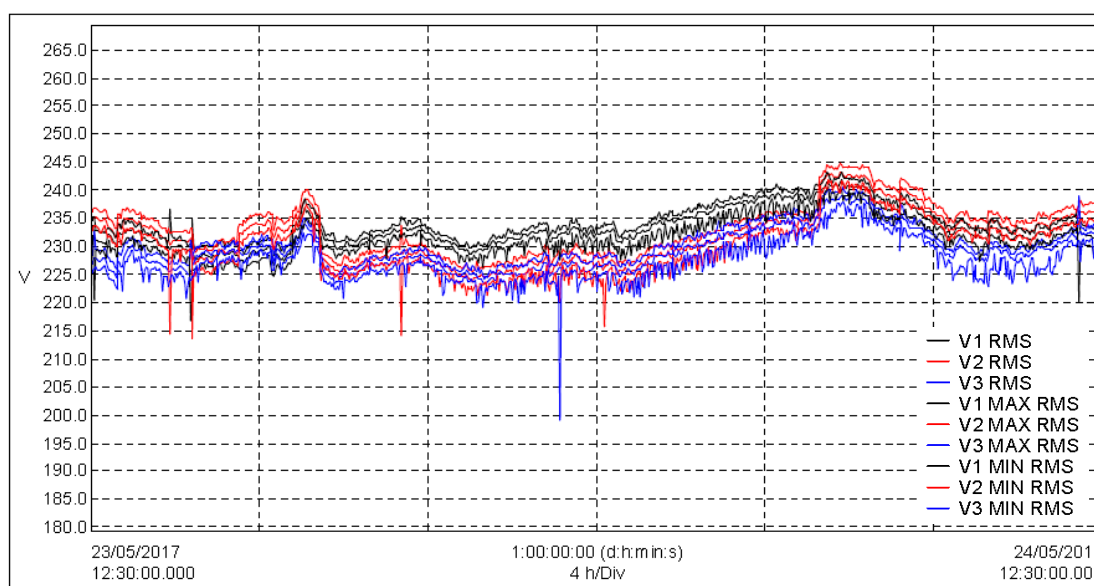
Observou-se também que as cargas que estão alocadas na **Fase C**, são somente os chuveiros elétricos, pois somente após esses equipamentos serem ligados, houve o aparecimento de corrente na referida fase. Essa prática não é indicada para o balanceamento de cargas, pois sempre haverá um desbalanceamento de corrente na



instalação, levando a uma corrente no neutro, quanto maior for a magnitude dessa corrente, maior os riscos de comprometer a vida útil dos equipamentos da instalação.

O segundo, chamado **Ensaio 24h**, teve duração de 24 (vinte e quatro) horas, com a carga da residência sendo utilizada normalmente. Neste ensaio verificou-se que em determinados instantes o valor de tensão para as Fases B e C ultrapassou os limites aceitáveis para tensão (Figura 9), tanto limite mínimo de 202 V, quanto o limite máximo de 231 V, atingindo os valores de mínima tensão de 199,2 V (V3 – Fase C) e valor de máxima tensão de 244,9 V (V2 – Fase B).

Figura 9 – Gráfico da tensão RMS no período de 24h



Fonte: Próprio Autor, 2017.

Logo, esses valores estão em não conformidade com a tabela abaixo retirada do Módulo 08 – Qualidade de Energia Elétrica, dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (**PRODIST**), elaborado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (**ANEEL**).

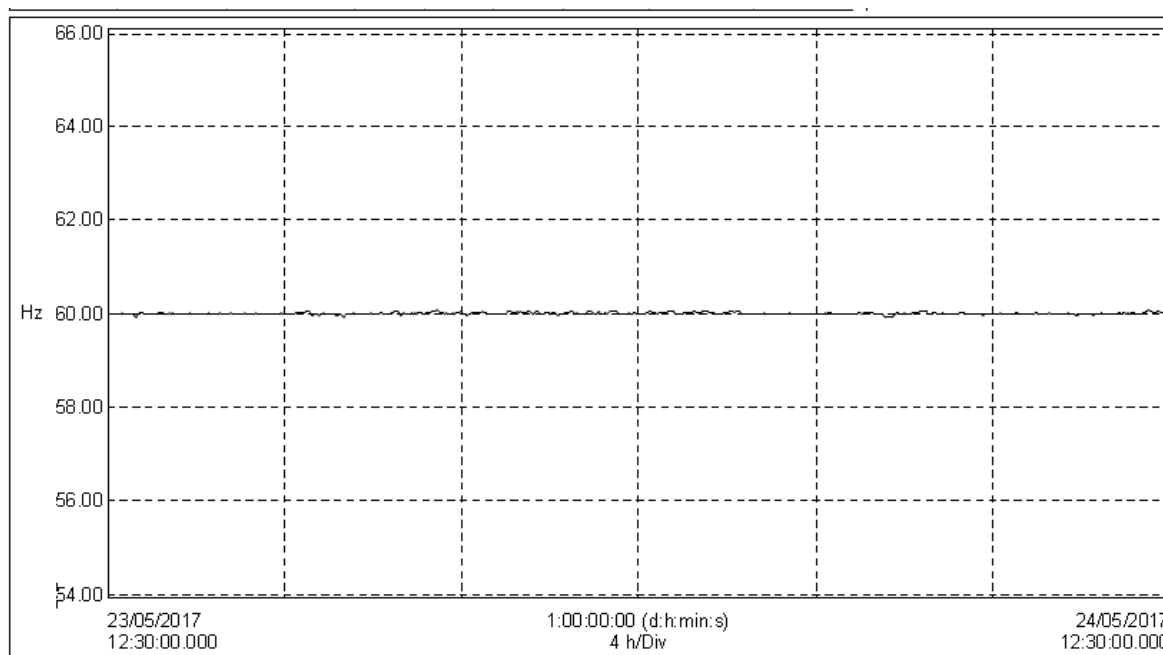
Tabela 1 - Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1kV (380/220)

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(350 \leq TL \leq 399) / (202 \leq TL \leq 231)$
Precária	$(331 \leq TL < 350 \text{ ou } 399 < TL \leq 403) / (191 \leq TL < 202 \text{ ou } 231 < TL \leq 233)$
Crítica	$(TL < 331 \text{ ou } TL > 403) / (TL < 191 \text{ ou } TL > 233)$

Fonte: ANEEL - PRODIST, Módulo 08 – QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA, Revisão 8, p.44, 2008.

Com relação à frequência, foi verificado que esta está em conformidade, sempre em torno de 60 Hz, como apresentado no gráfico a seguir.

Figura 10 - Gráfico da frequência analisada pelo ensaio de 24h



Fonte: Próprio Autor, 2017.

### 3.4 ENSAIO DE TERMOVISÃO

Os ensaios de termovisão são realizados em todos os quadros de distribuição do local a fim de verificar a existência de pontos quentes que possam deteriorar os componentes da instalação elétrica. O operador primeiramente configura o termovisor de acordo com as condições do ensaio, como data, hora, temperatura ambiente e etc. Depois é preciso posicionar o termovisor a fim de se obter o melhor foco o quadro de distribuição e assim capturar as imagens termográficas com suas respectivas

temperaturas. A figura a seguir mostra o ensaio sendo realizado no quadro de distribuição do piso superior da residência em questão.

FIGURA 11 – Ensaio de termovisão realizado no quadro de distribuição da residência periciada



Fonte: Próprio Autor, 2017.

As imagens foram capturadas pelo termovisor da marca Fluke, modelo Ti 10. Posteriormente, tais imagens foram processadas através do programa, Smart View, disponibilizado pelo próprio fabricante.

A classificação dos aquecimentos medidos e a determinação das providências a serem tomadas serão baseadas na norma da Petrobrás – N-2475 - Inspeção Termográfica Em Sistemas Elétricos, está apresentada na tabela abaixo:

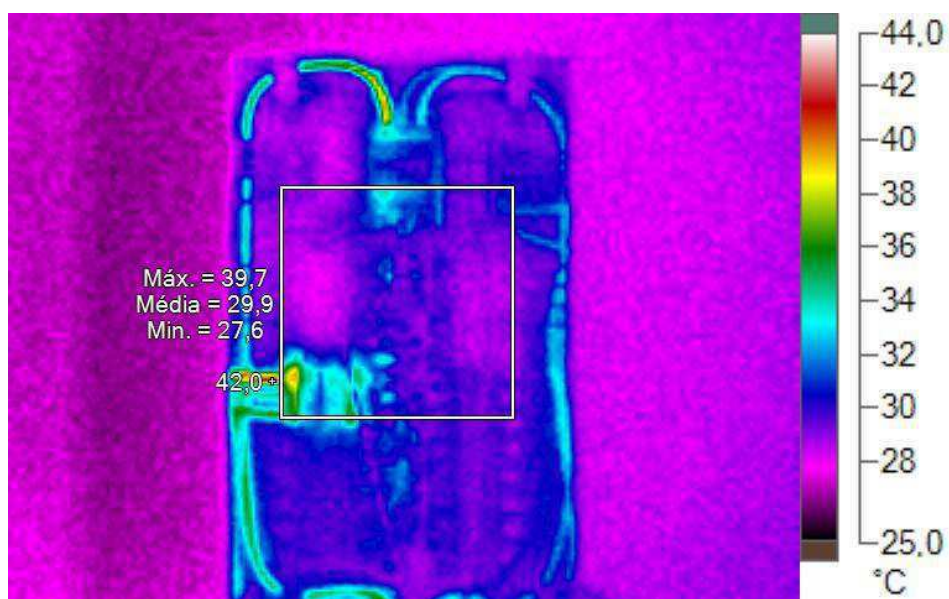
TABELA 2 - Classificação térmica e providência a serem tomadas

Temperatura medida (Tm)	Classificação Térmica	Providência
$T_m < 54^{\circ}\text{C}$	Normal	Normal
$54^{\circ}\text{C} \leq T_m < 75^{\circ}\text{C}$	Aquecido	Em Observação
$75^{\circ}\text{C} \leq T_m < 97^{\circ}\text{C}$	Muito Aquecido	Manutenção Programada
$T_m \geq 97^{\circ}\text{C}$	Severamente Aquecido	Manutenção Imediata

Fonte: Norma da Petrobrás – N-2475 - Inspeção Termográfica Em Sistemas Elétricos.

A seguir são apresentadas nas figuras 12 e 14 as imagens termográficas dos quadros de distribuição e nas figuras 13 e 15 as respectivas imagens em luz visível, capturadas pelo termovisor.

Figura 12– Imagem termográfica do QGBT do piso inferior da residência



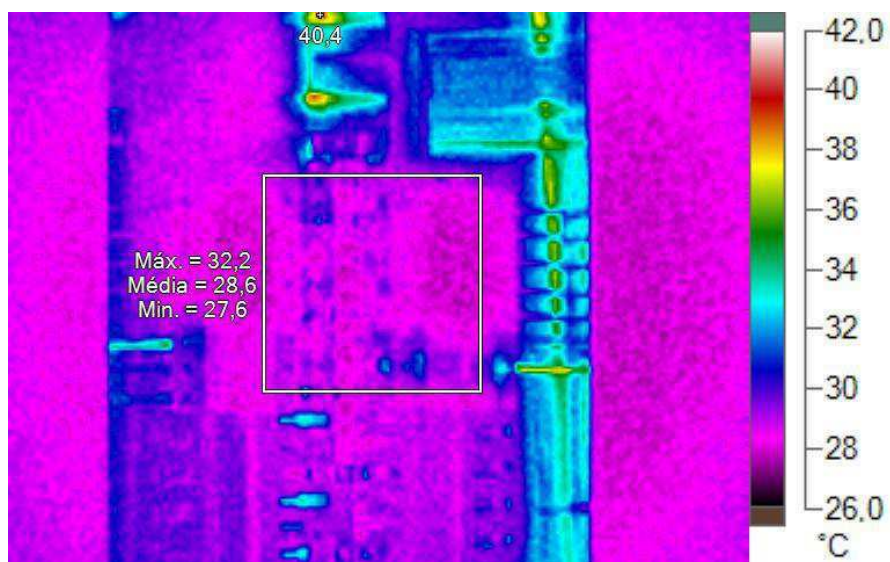
Fonte: Próprio Autor, 2017.

Figura 13– Imagem luz visível do QGBT do piso inferior da residência



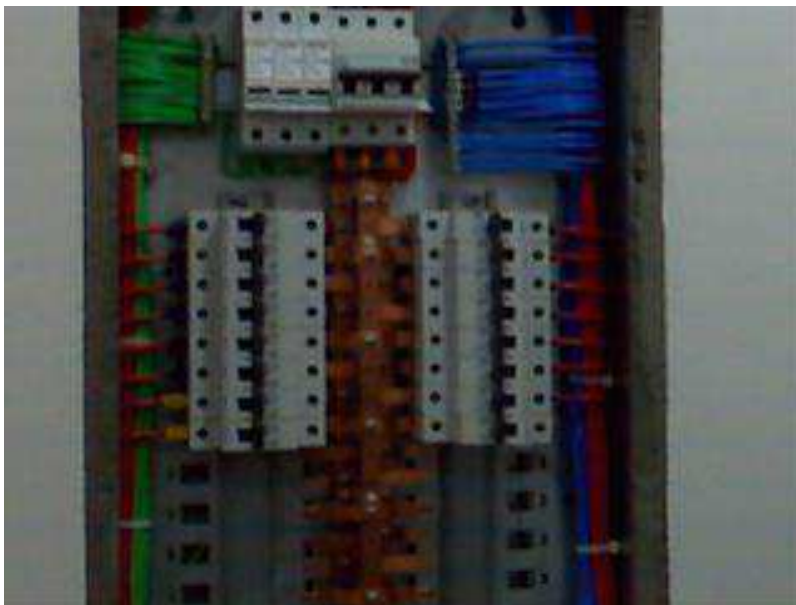
Fonte: Próprio Autor, 2017.

Figura 14 – Imagem termográfica do QDFL do piso superior da residência



Fonte: Próprio Autor, 2017.

Figura 15– Imagem luz visível do QDFL do piso superior da residência



Fonte: Próprio Autor, 2017.

De acordo com as imagens termográficas apresentadas, as temperaturas máximas medidas foram de 39,7°C para o QGBT, e 32,2°C para o QDFL da residência inspecionada. Logo, pode-se concluir que as temperaturas dos quadros de distribuição estão dentro da faixa considerada normal, conforme a tabela 2.

### 3.5 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO

O ensaio de resistência de aterramento é feito com um terrômetro digital, da marca Megabrás, conectado ao barramento de terra do QGBT e hastes fixadas no solo nas distancias de 37 e 60 metros do ponto de medição. A primeira haste é o eletrodo de potencial e a segunda é o eletrodo de corrente. Esse ensaio tem como finalidade verificar se o aterramento do lugar periciado está em conformidade.

No caso da residência apresentada, o aterramento teve um valor médio de resistência de 272  $\Omega$ , sendo considerado muito alto e, portanto, um aterramento ineficiente. A figura a seguir mostra o resultado obtido pelo aparelho.

Figura 16– Ensaio de resistência de aterramento



Fonte: Próprio Autor, 2017.

### 3.6 ESTRUTURA PARA CONFECÇÃO DO LAUDO

Após a realização de todas as etapas anteriores, chega-se à etapa final, que é a confecção do laudo. Este é um documento técnico no qual são relatadas constatações, análises e conclusões da perícia e por ser confidencial, não pode ser apresentado na íntegra nesse relatório.

Portando, a seguir, apresenta-se a estrutura elaborada na confecção do laudo técnico e o que cada tópico descreve.

- **Apresentação:** descreve de maneira sucinta o serviço contratado, bem como o período de realização da inspeção e dos ensaios in loco.
- **Identificação:** constam os dados da edificação periciada (nome do proprietário, endereço, unidade consumidora e concessionária de fornecimento de energia elétrica) e também conta os dados da empresa contratada, Engemaximo e do perito responsável.
- **Objetivos:** tópico onde se relatam os objetivos gerais e específicos do serviço prestado.

- **Definições:** traz os conceitos de termos técnicos que venham a ser utilizados no laudo.
- **Descrição Geral das Instalações:** de forma breve, descreve a forma de fornecimento de energia (alta ou baixa tensão), o tipo de ligação (monofásica ou trifásica) e como essa instalação se encontra.
- **Princípios Gerais e Metodologia Utilizada:** apresenta os princípios utilizados, baseados nas normas, resoluções e catálogos e também especifica os instrumentos utilizados e as atividades executadas.
- **Conclusões:** apresenta os resultados da perícia, com a análise do fornecimento de energia elétrica e o estado atual das instalações elétricas, destacando as não conformidades.
- **Recomendações:** tópico onde são feitas recomendações para a devida regularização das não conformidades encontradas.
- **Quadro Resumo:** explicita de maneira simples num quadro a não conformidade e respectiva recomendação feita.
- **Equipe Técnica Envolvida:** possui a identificação de toda a equipe técnica envolvida no serviço.
- **Referências Bibliográficas:** toda a bibliografia utilizada para a elaboração do laudo.

Na parte de recomendações do laudo pode-se destacar que para a residência periciada foi recomendado que:

- Para atender aos padrões de coordenação e seletividade, e se adequar à, deve-se substituir o disjuntor da Caixa de Medição Comercial por um disjuntor de corrente nominal de 60 A;
- A fim de se evitarem danos maiores à instalação, além do risco de choques e curto-circuito, é recomendada a troca do condutor da Caixa de Medição Comercial que está com o isolamento danificado;
- Recomenda-se trocar o Condutor da Fase C por um de secção transversal de 10mm<sup>2</sup> conforme o previsto em projeto.
- Visando a facilidade para a operação, manutenção e incremento da segurança de quem irá realizar estes procedimentos no sistema elétrico,



que os circuitos sejam identificados corretamente, de acordo com a NBR 5410/2008, itens 6.1.5.4 e 6.3.7.2.8;

- Recomenda-se manter o padrão de cores sugerido pela NBR 5410/2008 de forma que seja respeitada a função de cada condutor, a fim de se evitarem falhas e eventuais conexões errôneas, podendo causar acidentes com choques elétricos ou até mesmo curto-circuito na instalação.
- Para adequação dos Dispositivos de Proteção contra Surtos – DPS ao Projeto Elétrico, recomenda-se trocar os respectivos DPS por outros com especificações de acordo com o projetado.
- A fim de facilitar manutenções, ajustes ou reparos futuros, recomenda-se que seja feito o *as-built* (conforme construído) do projeto executivo das instalações da residência de acordo com a NBR 5410/2008, item 6.1.8.2. Pois o projeto executivo atualizado deve contemplar todas as cargas instaladas na residência, bem como os dispositivos que realmente foram instalados;
- Para adequar às exigências das normas técnicas brasileiras, deve ser instalado dispositivo de seccionamento Diferencial-Residual (DR) no circuito geral da residência, visando a proteção e garantia da integridade da vida das pessoas contra eventuais acidentes com fugas de corrente.
- Recomenda-se a readequação da distribuição das cargas da instalação em questão, em propósito ao desbalanceamento de carga verificado, visando o correto funcionamento da instalação.

As recomendações acima citadas visam o melhor funcionamento das instalações da referida residência, além de se evitarem eventuais acidentes e garantir a segurança dos moradores.

## 4 CONCLUSÕES

Diante no exposto nesse relatório, conclui-se que a perícia elétrica é de suma importância para se identificar qualquer tipo de avaria, falha, e não conformidade com as normas das instalações elétricas de uma edificação. No caso da residência citada neste trabalho, um grave problema encontrado foi o desbalanceamento de carga, que pode causar defeitos nos aparelhos, principalmente se for instalado um equipamento com alimentação trifásica. Por isso, recomendou-se a correta distribuição das cargas entre as fases.

Destaca-se também uma não conformidade bastante verificada nas perícias realizadas, inclusive na edificação referenciada nesse relatório, que é a não utilização do padrão de cores dos condutores definido pela NBR 5410/2008. No item 6.1.5.3 da norma, afirma que o condutor de neutro deve ser exclusivamente da cor azul-claro, o condutor de proteção (terra) deve ser verde ou verde-amarelo e o condutor de fase pode ser de qualquer cor, exceto azul-claro, amarelo, verde e verde-amarelo. Dessa forma, procura-se evitar qualquer confusão no momento da realização de manutenção e operação do sistema, evitando acidentes.

Sugere-se para a segurança das pessoas, tanto de técnicos que venham a trabalhar nas instalações, quanto dos moradores da residência que se utilizem do padrão de cores estabelecido para os condutores e também no caso de circuitos que alimentam chuveiros elétricos, cozinhas e tomadas de uso geral, utilizem o dispositivo diferencial residual – DR, para evitar choques elétricos.

Ressalta-se também, que para a residência analisada, a resistência do aterramento deu um valor muito alto,  $272 \Omega$ , sendo o aterramento considerado inadequado. Portanto, é recomendado que se refizesse a malha de aterramento da residência, de forma a obter uma resistência de aterramento menor que  $10 \Omega$ .

Conclui-se que o estágio realizado cumpriu plenamente com os principais objetivos esperados, dentre eles, trabalhar na prática a teoria vista em sala de aula e consequentemente aprender mais sobre determinada área do mercado de trabalho de engenharia elétrica, no caso, na área de perícia elétrica. E durante as inspeções em campo e a realização de ensaios, a estagiária teve a oportunidade de aprender a utilizar equipamentos, como termovisor, analisador de rede e terrômetro, bem como analisar

bem as instalações de edificações. E com a elaboração de laudos técnicos, aprofundou seus conhecimentos das normas técnicas brasileiras vigentes.

Percebe-se que o estágio realizado na Engemaximo Engenharia foi essencial para o desenvolvimento profissional da discente, que vivenciou a realidade de uma empresa e do mercado de trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. (2008). **NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. ABNT.
- ABNT. (2008). **NBR 15572 - Ensaio não destrutivo - Termografia por infravermelho**. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. ABNT.
- ABNT. (2009). **NBR 151749 - Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento**. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. ABNT.
- AEMC, Instruments. **PowerPad 8335 User Manual**. AEMC Instruments, Estados Unidos.
- ANEEL. (2017). **Qualidade de Energia Elétrica – Módulo 08, PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica**. *Agência Nacional de Energia Elétrica*. ANEEL.
- CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- FLUKE. **Portal Fluke**. Disponível em: <http://www.fluke.com>.
- IBAPE. (2015). **Norma Básica de Perícias de Engenharia**. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo.
- SOUZA, E. S. J. **Simulação, em Ambiente Computacional, do Método de Wenner e Obtenção da Resistência de um Sistema de Aterramento Usando Fdtd, 2007**. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Campus Universitário do Guamá, Universidade Federal do Pará, Belém do Pará.
- PETROBRAS. **Norma Técnica 2475 - Inspeção Termográfica em Sistemas Elétricos**.

## APÊNDICE A – ARQUIVO FOTOGRÁFICO

ARQUIVO FOTOGRÁFICO - SISTEMA ELÉTRICO

FOTO	COMENTÁRIOS
	<b>IMAGEM 01</b>
	Fachada da Casa
	<b>Estado:</b>
	<b>Obs:</b>
	<b>IMAGEM 02</b>
	Medidor Eletrônico de Energia Elétrica
	<b>Estado:</b>
	Em Conformidade
	<b>IMAGEM 03</b>
	Disjuntor da Caixa de Medição
	<b>Estado:</b>
	Não conformidade
<b>Obs:</b>	
Conforme a <b>NBR 5410/2008</b> , <b>itens 5.3.6 e 6.3.6.1</b> , este disjuntor de 40A, deveria ser maior ou igual ao do Quadro de Distribuição Inferior da Residência, que é de 50A. Ou seja, está fora dos padrões de coordenação e seletividade.	



**IMAGEM 04**

Ligação do Disjuntor da Caixa de Medição

**Estado:**

Não conformidade

**Obs:**

1- Um dos condutores está com o isolamento danificado.  
 2- Secção de uma das Fases está menor (6mm<sup>2</sup>), do que é previsto pelo projeto elétrico (10mm<sup>2</sup>).



**IMAGEM 05**

Visão Geral do Piso Inferior

**Estado:**

**Obs:**



**IMAGEM 06**

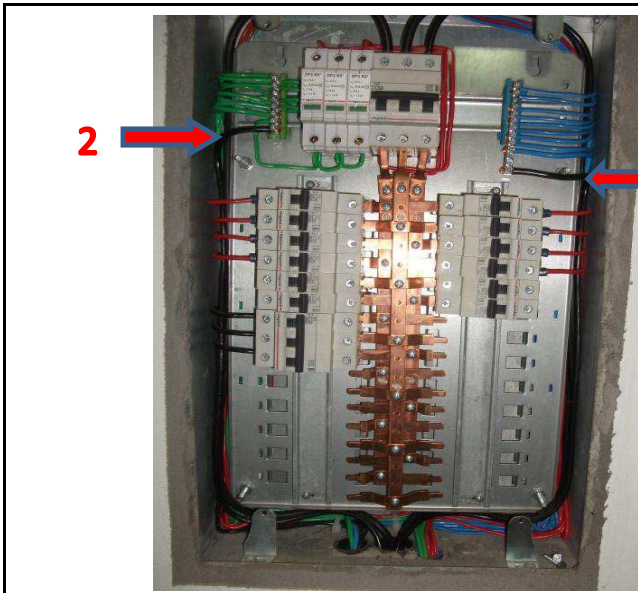
Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) - Piso Inferior

**Estado:**

Não conformidade

**Obs:**

De acordo com a **NBR 5410/2008, item 6.1.5.4**, deve-se identificar os circuitos de cada disjuntor. E conforme o **item 6.5.4.10**, falta aviso de "ADVERTÊNCIA" para quadros de distribuição residenciais.



**IMAGEM 07**

QGBT - Piso Inferior

**Estado:**

Não conformidade

**Obs:**

De acordo com a **NBR 5410/2008**, **itens 6.1.5.3.1 e 6.1.5.3.2**, o Condutor Neutro (1) deve ser da cor azul-claro e o Condutor de Proteção (2) deve ser da cor verde. E de acordo com os **itens 6.1.5.4 e 6.3.7.2.8**, deve-se identificar os circuitos e e seus terminais.



**IMAGEM 08**

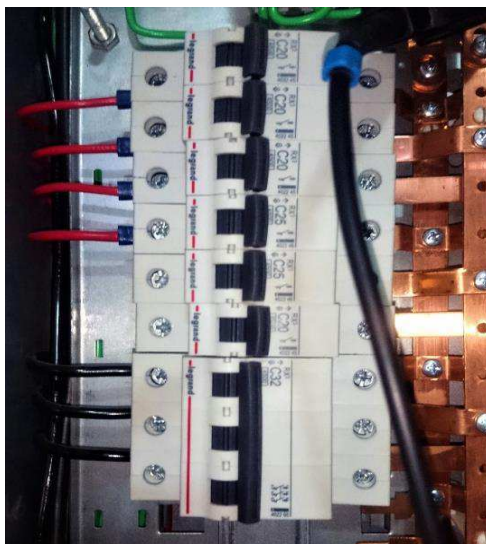
Disjuntor Geral de Entrada e DPS

**Estado:**

Não conformidade

**Obs:**

O primeiro DPS possui especificações diferentes dos outros dois. E todos eles estão diferentes dos especificados no projeto elétrico.



**IMAGEM 09**

Disjuntores do lado esquerdo - QGBT - Piso Inferior

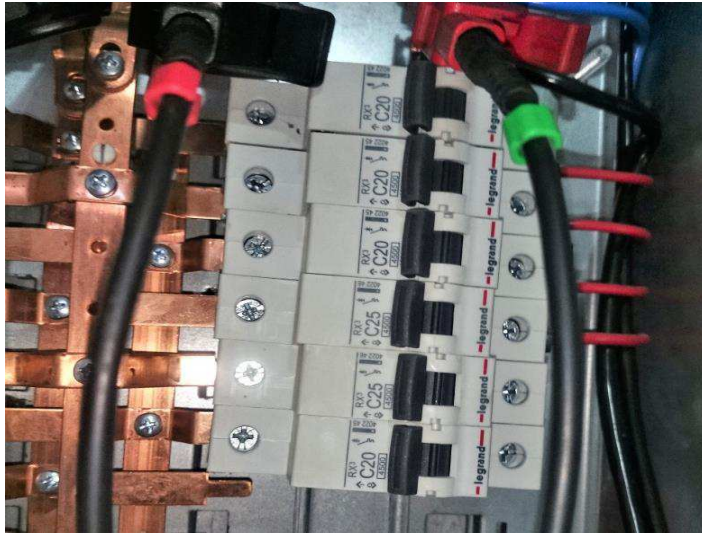
**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Atendem ao princípio de proteção dos circuitos, porém alguns estão diferentes do especificado no projeto elétrico.





**IMAGEM 10**

Disjuntores do lado direito -  
QGBT - Piso Inferior

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Atendem ao princípio de  
proteção dos circuitos, porém  
alguns estão diferentes do  
especificado no projeto  
elétrico.



**IMAGEM 11**

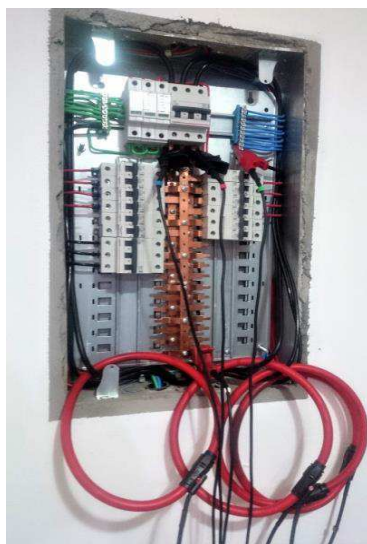
Instalação do Analisador de  
Rede

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Foi instalado o analisador de  
rede no Quadro Geral de  
Baixa Tensão do Piso Inferior.



**IMAGEM 12**

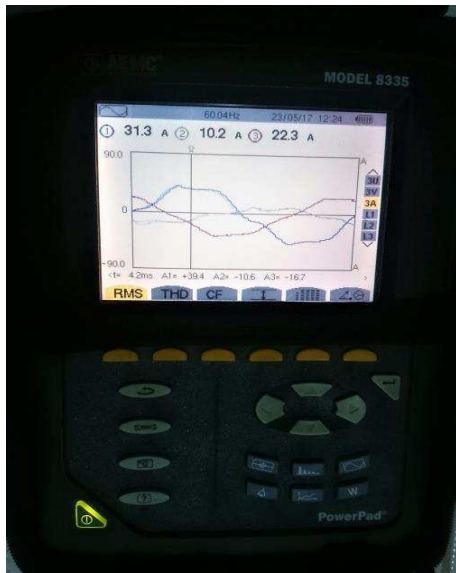
Instalação do Analisador de  
Rede

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Instalação do Analisador de  
Rede feita corretamente nas  
3 fases e neutro.



**IMAGEM 13**

Medição de corrente

**Estado:**

Não conformidade

**Obs:**

No teste de estresse foi verificado o desbalanceamento de corrente.



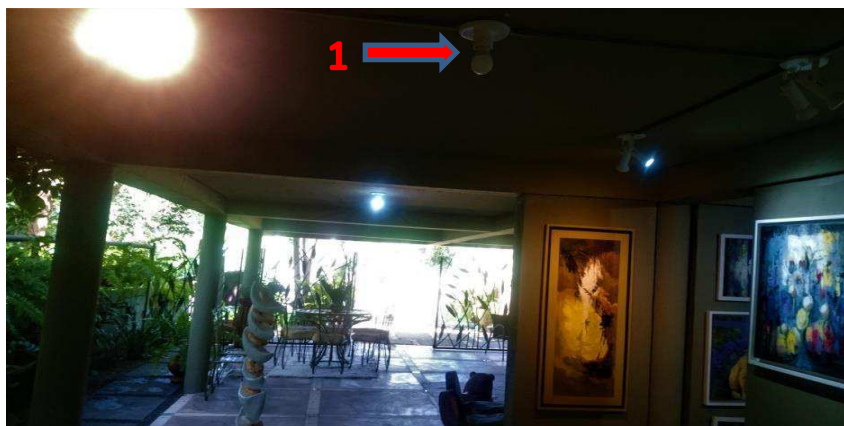
**IMAGEM 14**

Iluminação Piso Inferior

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**



**IMAGEM 15**

Iluminação Piso Inferior

**Estado:**

Não conformidade

**Obs:**

1-Uma lâmpada estava mal conectada.



**IMAGEM 16**

Área de Serviço - Lavanderia

**Estado:**

**Obs:**



**IMAGEM 17**

Geladeira - Área de Serviço

**Estado:**

**Obs:**



**IMAGEM 18**

Área Externa

**Estado:**

**Obs:**

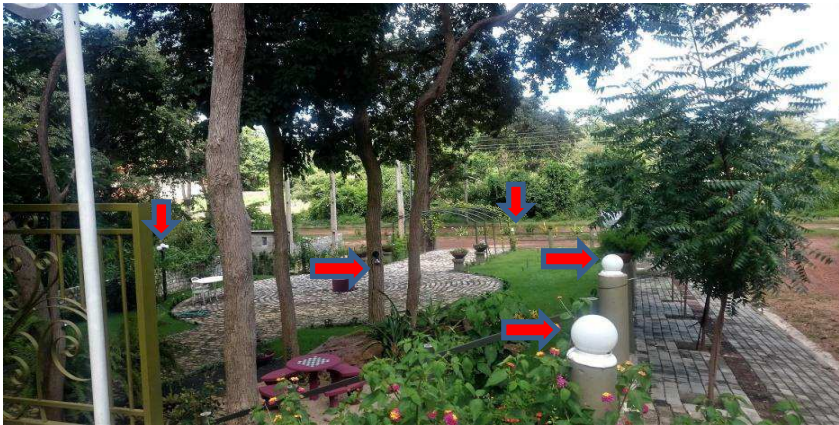


**IMAGEM 19**

Escada da área externa

**Estado:**

**Obs:**



**IMAGEM 20**

Iluminação Externa

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Alguns pontos de iluminação externa sinalizados por setas vermelhas.



**IMAGEM 21**

Iluminação Externa

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Alguns pontos de iluminação externa sinalizados por setas vermelhas.

	<b>IMAGEM 22</b>
	Iluminação Externa
	<b>Estado:</b> Em Conformidade
	<b>Obs:</b>  Alguns pontos de iluminação externa sinalizados por setas vermelhas.
	<b>IMAGEM 23</b>
	Entrada da Casa
	<b>Estado:</b>
	<b>Obs:</b>
	<b>IMAGEM 24</b>
	Quadro de Distribuição de Força e Luz (QDFL) - Piso Superior
	<b>Estado:</b> Em Conformidade
	<b>Obs:</b>  Circuitos do quadro devidamente identificados.



**IMAGEM 25**

Tampa do QDFL - Piso Superior

**Estado:**

Não conformidade

**Obs:**

De acordo com a **NBR 5410/2008, item 6.5.4.10**, falta aviso de "ADVERTÊNCIA" para quadros de distribuição residenciais. Circuitos do quadro devidamente identificados.



**IMAGEM 26**

Disjuntores Circuitos ímpares - Quadro Superior

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Atendem ao princípio de proteção dos circuitos, porém alguns estão diferentes do especificado no projeto elétrico.



**IMAGEM 27**

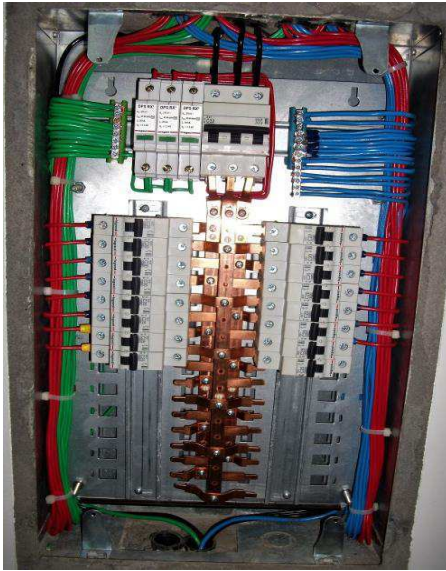
Disjuntores Circuitos pares - Quadro Superior

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Atendem ao princípio de proteção dos circuitos, porém alguns estão diferentes do especificado no projeto elétrico.



**IMAGEM 28**

Quadro de Distribuição - Piso Superior

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Por motivos de segurança para futuras manutenções a serem feitas no quadro em questão, de acordo com a **NBR 5410/2008**, itens **6.1.5.4** e **6.3.7.2.8**, deve-se identificar os circuitos e e seus terminais.



**IMAGEM 29**

Ensaio Termovisão

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Realização do ensaio de termovisão para verificação de pontos quentes.



**IMAGEM 30**

Termovisor

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

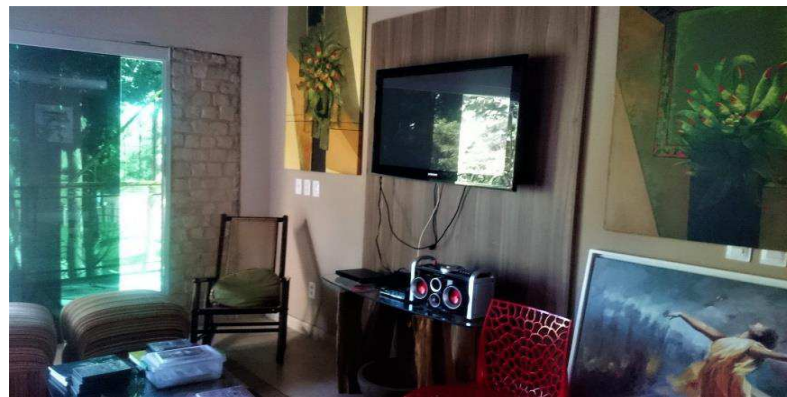


**IMAGEM 31**

Vista Geral Sala de Estar

**Estado:**

**Obs:**

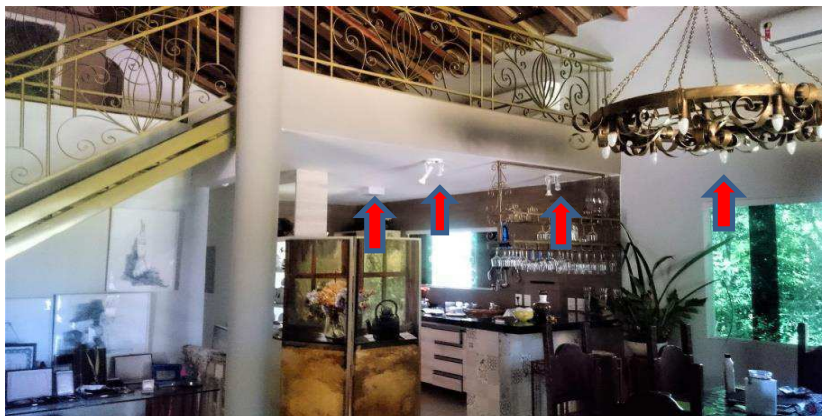


**IMAGEM 32**

Sala de Estar

**Estado:**

**Obs:**



**IMAGEM 33**

Sala de Jantar

**Estado:**

Em Conformidade

**Obs:**

Alguns pontos de iluminação na área interna sinalizados por setas vermelhas.



APÊNDICE B – LEVANTAMENTO DA CARGA  
INSTALADA



FOLHA DE REGISTRO DE INSPEÇÃO  
LEVANT. DE CARGA E ILUMINÂNCIA

01 - INSTALAÇÃO

02 - DATA

03 - Nº: 01 04 - NOME: COZINHA / CORREDOR

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POTENCIA	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1	TOMADAS	-	220	100	12		0,0
2	LAMPADAS	Led	220	6	2	6h por dia	0,25
3	LÂMPADAS	Led	220	1	1	6h por dia	0,25
4	LAMPADAS	Led	220	7	4	6h por dia	0,25
5	MICROONDAS	-	220	1300	1	10 min por dia	0,007
6	FORNO ELÉTRICO	-	220	1300	1	10 min por dia	0,007
7	GELADEIRA	-	220	130	1	24h	1
8	LIQUIDIFICADOR	-	220	430	1	5 min por dia	0,0035
9							
10							
11							

OBS.:

TOTAL: 4401 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: 26.872 Wh

OBSERVAÇÃO

03 - Nº: 02 04 - NOME: QUARTO DE APOIO / BANHEIRO

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POT/BTU/CV	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1	TOMADAS	-	220	100	6	-	0
2	LÂMPADAS	Led	220	4	2	raro	0,00001
3	CHUVEIRO ELÉTRICO	-	220	4600	1	raro	0,00001
4	AR CONDICIONADO 9000 BTU'S	-	220	814	1	raro	0,00001
5	TELEVISÃO	-	220	55	1	raro	0,00001
6							
7							
8							
9							
10							
11							

OBS.:

TOTAL: 6077 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: 9 Wh

OBSERVAÇÃO

Condições:

Dia claro sem nuvens

06 - EXECUTANTE:

REALIZADO POR



**FOLHA DE REGISTRO DE INSPEÇÃO**  
LEVANT. DE CARGA E ILUMINÂNCIA

01 - INSTALAÇÃO

02 - DATA

03 - Nº: 03 04 - NOME: SALA DE ESTAR / LAVABO

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POTENCIA	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1	TOMADAS	-	220	100	22	-	0
2	LAMPADAS	Dicrónica	220	100	3	1h por dia	0,042
3	LAMPADAS	Dicrónica	220	50	6	1h por dia	0,12
4	LAMPADAS	Led	220	1,8	8	1h por dia	0,12
5	LAMPADAS	Led	220	2,2	5	1h por dia	0,12
6	LAMPADAS	Led	220	7	4	1h por dia	0,12
7	TELEVISÃO	-	220	380	1	1h por dia	0,08
8	DVD	-	220	68	1	raro	0,00001
9	AR CONDICIONADO 22.000 BTU'S	-	220	1990	2	2 vezes por semana por 1h	0,012
10	SOM	-	220	30	1	raro	0,00001
11							

OBS.:

TOTAL: 7311,4 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: 22.372 Wh

OBSERVAÇÃO

03 - Nº: 04 04 - NOME: MEZANINO

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POTENCIA	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1	AR CONDICIONADO 22.000 BTU'S	-	220	1990	1	raro	0,00001
2	LAMPADAS	Led	220	7	2	raro	0,00001
3	LAMPADAS	Dicrónica	220	100	2	raro	0,00001
4	TOMADAS	-	220	100	2		0
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

OBS.:

TOTAL: 2404 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: 4 Wh

OBSERVAÇÃO

Condições:

Dia claro sem nuvens

06 - EXECUTANTE:

\_\_\_\_\_  
REALIZADO POR



FOLHA DE REGISTRO DE INSPEÇÃO  
LEVANT. DE CARGA E ILUMINÂNCIA

01 - INSTALAÇÃO

02 - DATA

03 - Nº: 05 04 - NOME: ÁREA EXTERNA SUPERIOR

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POTENCIA	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1	TOMADAS	-	220	100	2	-	0,00
2	LAMPADAS	Led	220	7	13	6h por dia	0,25
3	LÂMPADAS	Dicrónica	220	50	1	15 min por dia	0,01
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

OBS.:

TOTAL: 341 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: 3.906 Wh

OBSERVAÇÃO

03 - Nº: 06 04 - NOME: ÁREA EXTERNA INFERIOR

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POTENCIA	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1	LAMPADAS	Led	220	7	20	6h por dia	0,25
2	LÂMPADAS	-	220	15	2	6h por dia	0,25
3	LAMPADAS	Dicrónica	220	50	4	raro	0,00001
4	LAMPADAS	Dicrónica	220	100	2	raro	0,00001
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

OBS.:

TOTAL: 570 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: 7.141 Wh

OBSERVAÇÃO

Condições:

Dia claro sem nuvens

06 - EXECUTANTE:

REALIZADO POR



FOLHA DE REGISTRO DE INSPEÇÃO  
LEVANT. DE CARGA E ILUMINÂNCIA

01 - INSTALAÇÃO

02 - DATA

03 - Nº: 07 04 - NOME: ÁREA DE SERVIÇO

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POTENCIA	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1	TOMADAS	-	220	100	3	-	0,00
2	LAMPADAS	Led	220	25	1	1h por dia	0,042
3	MÁQUINA DE LAVAR	-	220	880	1	2h por semana	0,012
4	LAMPADAS	Led	220	7	4	1h por dia	0,042
5	GELADEIRA	-	220	112	1	24h	1,00
6							
7							
8							
9							
10							
11							

OBS.:

TOTAL: 1345 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: 20.964 Wh

OBSERVAÇÃO

03 - Nº: 08 04 - NOME: SALÃO TÉRREO / LAVABO / QUARTO DE HOSPEDE

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POTENCIA	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1	LAMPADAS	Led	220	7	19	1h por dia	0,042
2	LÂMPADAS	-	220	15	3	1h por dia	0,042
3	TOMADAS	-	220	100	17		0
4	LAMPADAS	Led	220	7	18	raro	0,00001
5	LAMPADAS	Dicrónica	220	50	4	raro	0,00001
6	CLIMATIZADOR	-	220	70	1	raro	0,00001
7	TELEVISÃO	-	220	65	1	raro	0,00001
8	AR CONDICIONADO	-	220	1085	1	raro	0,00001
9							
10							
11							

OBS.:

TOTAL: 3424 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: 1.259 Wh

OBSERVAÇÃO

Condições:

Dia claro sem nuvens

06 - EXECUTANTE:

REALIZADO POR



FOLHA DE REGISTRO DE INSPEÇÃO  
LEVANT. DE CARGA E ILUMINÂNCIA

01 - INSTALAÇÃO

02 - DATA

03 - Nº: 07 04 - NOME: QUARTO PRINCIPAL

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POTENCIA	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1	TOMADAS	-	220	100	18		0,00
2	LAMPADAS	Led	220	6	6	6h por dia	0,25
3	LAMPADAS	Led	220	7	3	6h por dia	0,25
4	FERRO DE PASSAR	-	220	1000	1	1h por semana	0,006
5	TELEVISÃO	-	220	21	1	6h por dia	0,25
6	AR CONDICIONADO 18.000 BTU'S	-	220	1644	1	6h por dia	0,25
7	MÁQUINA DE COSTURA	-	110	100	1	raro	0,00001
8	COMPUTADOR	-	220	88	1	6h por dia	0,25
9	IMPRESSORA	-	220	67	1	2 vezes por semana por 5 min	0,001
10							
11							

OBS.:

TOTAL: 4777 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: 77.039 Wh

OBSERVAÇÃO

03 - Nº: 08 04 - NOME:

FOTOS ( / )

ITEM	INSPEÇÃO	MARCA/MODELO	TENSÃO	POTENCIA	QTD.	GRAU DE UTILIZAÇÃO	GU
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

OBS.:

TOTAL: 0 W CONSUMO SEMANAL ESTIMADO: - Wh

OBSERVAÇÃO

Condições:

Dia claro sem nuvens

06 - EXECUTANTE:

REALIZADO POR



FOLHA DE REGISTRO DE INSPEÇÃO  
LEVANT. DE CARGA E ILUMINÂNCIA

01 - INSTALAÇÃO

02 - DATA

03 - DESCRIÇÃO GERAL DE CARGAS POR SETOR

ITEM	SETOR	CARGA TOTAL (W)	CARGA PREPONDERANTE	CONDIÇÃO DA ILUMINAÇÃO	TIPO DE AMBIENTE	CONSUMO SEMANAL (Wh)
1	COZINHA / CORREDOR	4.401	GELADEIRA	-	-	26.872
2	QUARTO DE APOIO / BANHEIRO	6.077	CHUVEIRO ELÉTRICO	-	-	9
3	SALA DE ESTAR / LAVABO	7.311	LAMPADAS	-	-	22.372
4	MEZANINO	2.404	AR CONDICIONADO 22.000 BTU'S			4
5	ÁREA EXTERNA SUPERIOR	341	LAMPADAS			3.906
6	ÁREA EXTERNA INFERIOR	570	LAMPADAS			7.141
7	ÁREA DE SERVIÇO	1.345	GELADEIRA			20.964
8	SALÃO TÉRREO / LAVABO / QUARTO DE	3.424	LAMPADAS			1.259
9	QUARTO PRINCIPAL	4.777	AR CONDICIONADO 18.000 BTU'S			77.039
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						

04 - RESUMO GERAL DO LEVANTAMENTO DE CARGAS

CARGA INSTALADA: 30,65 kW | FUNCIONAMENTO DIÁRIO DE DOMINGO A SÁBADO  
CONSUMO MENSAL: 684 kWh/mês | CONSUMO DIÁRIO: 23 kWh

OBS:

06 - EXECUTANTE:

\_\_\_\_\_  
REALIZADO POR