



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

André Wild Silva Ramalho

**Relatório de Estágio Supervisionado Realizado
na
D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME**

Campina Grande, Paraíba

Março de 2018

André Wild Silva Ramalho

**Relatório de Estágio Supervisionado Realizado na
D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME**

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Sistemas Elétricos de Potência

Orientador: Montiê Alves Vitorino

Campina Grande, Paraíba

Março de 2018

André Wild Silva Ramalho

Relatório de Estágio Supervisionado Realizado na
D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME/ André Wild Silva Ramalho. –
Campina Grande, Paraíba, Março de 2018-
37 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Montiê Alves Vitorino

Relatório de Estágio Supervisionado – Universidade Federal de Campina Grande –
UFCG, Março de 2018.

André Wild Silva Ramalho

Relatório de Estágio Supervisionado Realizado na D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em ____ / ____ / ____

Leimar de Oliveira

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Montiê Alves Vitorino

Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Campina Grande, Paraíba

Março de 2018

Dedicatória.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por tudo: Senhor, és a minha base, minha rocha, minha salvação, toda minha adoração é para Ti.

Agradeço a Laíse, minha noiva, que esteve comigo em todos momentos difíceis nesta etapa de minha vida, sendo amiga, companheira.

Agradeço a todos meus familiares principalmente: Ao meu avô Antônio Quirino, a minha mãe Rosemary, ao meu pai Francisco Uild, a minha avó Zuleica, ao meu tio Romero e minha irmã Rafaela. Agradeço também a minha sogra que me apoiou e me incentivou em momentos importantes durante esta graduação.

Agradeço ao professor Montiê Alves Vitorino pela orientação, e ao professor Leimar de Oliveira pela disponibilidade quanto a avaliação e toda atenção. Agradeço em especial ao professor Adolfo Fernandes Herbster que se disponibilizou em substituir meu orientador na defesa deste trabalho.

Agradeço ao professor Tchaikovsky, por ter o privilégio de contar com apoio deste grande e honrado profissional. És, além de tudo, um amigo. Agradeço pela sempre simpática e eficiente Adail, que sempre me atendeu de forma excelente.

Agradeço ao meus amigos Lucas e Jeverson, amigos que pude contar nesses últimos anos.

Agradeço aos amigos de curso: Aleff, Andson, Arthur Francisco, Djalma, Érico, João Vitor, João Paulo, Louelson, Marcos e Victor.

Também meus agradecimentos aos funcionários da D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME, que me auxiliaram durante todo o estágio.

"A pedra que os construtores rejeitaram, essa veio a ser a principal pedra, angular"
(Salmos 118: 22)

Resumo

Neste trabalho é relatado as experiências vividas pelo aluno durante o período de estágio na D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME. No capítulo 1 foram descritos aspectos da empresa, bem como a organização do trabalhos e citadas as atividades realizadas. É apresentado no Capítulo 2 a fundamentação teórica correlata as atividades desenvolvidas no estágio cujo tema é subestações e medidores de qualidade de energia do tipo qualímetro. As atividades desenvolvidas são detalhadas no Capítulo 3, e o no Capítulo 4 são explanadas as principais considerações concernentes ao estágio e ao relatório. As principais atividades desenvolvidas foram: monitoramento de redes de energia a partir de um qualímetro, e visitas técnicas.

Palavras-chave: Qualímetro; Projetos elétricos; Subestações.

Abstract

In this work, the experiences of the student during the D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME are listed. At chapter 1 aspects of the company is described, as well the organization of the work and mentioned the activities. At chapter 2 a theoretical foundation correlated with the activities developed in the stage that had by theme: substations and energy quality meters. The activities developed are detailed in chapter 3, and chapter 4 exploded the main considerations concerning the internship and the report. The main activities developed were: monitoring of power energy systems, and technical visits.

Keywords: technical; substations; energy.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Localização dos tipos de subestações num sistema simplificado de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica	17
Figura 2 – PowerNET P-600 : Medidor e Registrador de grandezas elétricas	20
Figura 3 – Diagrama unifilar de uma subestação aérea de 300 kVA	25
Figura 4 – Poste de entrega de energia elétrica: (a) Detalhes do poste de entrega realizado no projeto elétrico da subestação; (b) Poste de entrega da subestação	26
Figura 5 – Cubículo de medição da subestação: (a) Corte frontal do cubículo de medição do projeto elétrico; (b) Frente do cubículo de medição da subestação	27
Figura 6 – Detalhes do Cubículo de Medição: Suporte para TC e TP e Cabos de Cobre Isolados	28
Figura 7 – Detalhes do Cubículo de Medição: Chave Seccionadora, Bucha de Passagem e Suporte de Manobra	29
Figura 8 – Detalhes da rede de energia elétrica: Transformador Trifásico de 300 kVA; Caixa de Medição com Disjuntor Termomagnético Trifásico de 450A e Postes Instalados após o Cubículo de Medição	30
Figura 9 – Instalação do Qualímetro no Painel Elétrico de um estabelecimento comercial	31
Figura 10 – Relatório de conformidade de Tensão	32
Figura 11 – Relatório de conformidade de Tensão: Gráfico de Tensão	33

Lista de tabelas

Tabela 1 – Indicadores de qualidade : Limite de tensão	34
Tabela 2 – Relatório de conformidade de tensão: Limites de Variação de Tensão: Mínimos	34
Tabela 3 – Relatório de conformidade de tensão: Limites de Variação de Tensão: Máximos	34

Lista de abreviaturas e siglas

A	Ampere
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
DWASE	D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME
MT	Média Tensão
SPDA	Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potencial
Trafo	Transformador de distribuição
kV	Quilovolt
V	Volts
ZnO	Óxido de Zinco

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME	13
1.2	Objetivos do estágio	14
1.3	Atividades Realizadas	14
1.4	Estrutura do relatório	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Subestações	16
2.1.1	Definição, classificação, equipamentos utilizados e etapas de construção	16
2.2	Medidores de Qualidade da Energia Elétrica	18
2.2.1	Registrador, Analisador e Comparador de Energia	18
2.2.2	Analisador tipo qualímetro P-600	19
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	24
3.1	Visitas técnicas a uma subestação de uma futura fábrica de colchões	24
3.1.1	Detalhes de projeto	24
3.1.2	Detalhes de construção	26
3.2	Monitoramento de uma rede de energia de um estabelecimento comercial	30
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	37

1 Introdução

A estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande tem como disciplina obrigatória o Estágio, podendo ser Integrado ou Supervisionado, cuja principal diferença entre eles é a carga horária.

O Estágio tem como Pré-Requisito: *Haver cursado todas as disciplinas de Conteúdos Profissionais Essenciais e de Conteúdos Básicos de Formação Científica e Tecnológica. A Ementa é: Tópicos variados de estágio em empresas, institutos ou laboratórios de pesquisa e desenvolvimento, na operação, desenvolvimento e pesquisa em engenharia elétrica, conforme programação específica.*

O aluno que cursa a disciplina deve apresentar ao final do estágio um relatório, de forma obrigatória, este tem como motivações expor: As atividades realizadas no estágio, bem como os conhecimentos adquiridos pelo aluno.

O estágio aqui relatado foi realizado na empresa de razão social *D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME*, sendo este do tipo Estágio Supervisionado com carga horária total de 270 horas. Com vigência: 20/11/2017 até 23/01/2018.

1.1 D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME

Fundada por Damião Webir Alves de Sousa, a empresa teve como objetivo inicial realizar obras de subestações. Contudo, com o passar de alguns anos da entidade a área de atuação da entidade foi expandida devido a crescente demanda de projetos, além disso clientes passaram a consultar diversos serviços, assim outros projetos passaram a ser realizados, como: Loteamentos; Padrão de Entrada; Instalações Elétricas Prediais; entre outros.

A empresa trabalha sob demanda de serviços, e atua com os amis diversos clientes, como: Indústrias, universidades, agências bancárias, residências, hospitais. A instituição possui um quadro de funcionários fixo que tem como principal objetivo gerenciar e coordenar as atividades da empresa.

Os serviços oferecidos pela empresa são:

- Projetos elétricos;
- Vistorias técnicas e emissão de laudos técnicos;
- Orçamento de projetos sem cobrar honorários, em sua maioria;
- Fiscalização e acompanhamento de obra;

- Execução e coordenação de obras elétricas.

A sede da instituição está instalada na cidade de Campina Grande, Paraíba.

1.2 Objetivos do estágio

O principal objetivo do estágio foi realizar um estudo de forma a viabilizar o uso de um analisador tipo qualímetro, devido a empresa não possuir mão de obra especializada para realizar tal atividade.

Outro objetivo foi adquirir conhecimentos técnicos relacionados as subestações, de forma a correlacionar os conhecimentos teóricos desenvolvidos na disciplina Equipamentos Elétricos, esta tem como objetivo específico: Informar detalhes construtivos e as características elétricas de subestações e de aterramento e de SPDAs aplicados a subestações.

1.3 Atividades Realizadas

As atividades realizadas foram em grande parte na sede da empresa. Foi dito como principal atividade viabilizar o uso de um analisador tipo qualímetro, em termos de: configuração, instalação e construção de relatórios. Durante o período pude auxiliar a equipe técnica no desenvolvimento de projetos elétricos no ambiente *AutoCAD*.

Foram realizadas atividades de campo, ou seja, em obras coordenadas pela DWASE. Na primeira semana de janeiro de 2018 foram realizadas visitas técnicas a uma subestação. Outra incumbência, foi de instalar o qualímetro P-600 nos setores industriais e comerciais.

1.4 Estrutura do relatório

Este trabalho apresenta a seguinte distribuição:

O Capítulo 1 é introdutório e contextualiza o trabalho, apresenta a motivação, define os objetivos do estágio, descreve a empresa DWASE e apresenta a estrutura do trabalho;

O Capítulo 2 pode ser dividido em duas partes: a primeira parte tem como objetivo realizar uma fundamentação teórica sobre subestações; a segunda parte objetiva comparar tipos de medidores de qualidade de energia elétrica;

O Capítulo 3 é descritivo quanto as atividades realizadas no estágio. Pode ser dividido em duas partes: a primeira parte relata uma visita técnica a subestação, bem como os

detalhes do projeto e construção desta; a segunda parte relata um monitoramento de uma rede de energia de um estabelecimento comercial, descrevendo a experiência de configurar e instalar um medidor de qualidade de energia elétrica do tipo analisador, bem como o tratamento dos dados armazenados no aparelho durante o período de monitoramento da rede. A instalação, monitoramento e tratamento de dados têm por meta caracterizar os parâmetros relacionados a qualidade de energia elétrica, de forma a caracterizar a rede de energia do estabelecimento;

O capítulo 4 é conclusivo e destaca as principais conclusões do estágio.

2 Fundamentação teórica

2.1 Subestações

A transmissão de energia elétrica é relativamente simples quando comparada a outros modos de transmissão de energia. O princípio de funcionamento básico deste tipo de transmissão está descrito na citação:

Consiste em elevar a tensão nos centros geradores de forma a obter um nível com menores perdas e com um custo aceitável e depois da chegada aos centros consumidores realizar uma segunda transformação da tensão para níveis mais adequados à distribuição de energia.([UFRJ, 2018](#))

Nesse contexto, as subestações são destinadas a modificar as características da energia elétrica, viabilizando a utilização desta.

Esta seção objetiva realizar um breve arcabouço teórico sobre o tema: Subestações.

2.1.1 Definição, classificação, equipamentos utilizados e etapas de construção

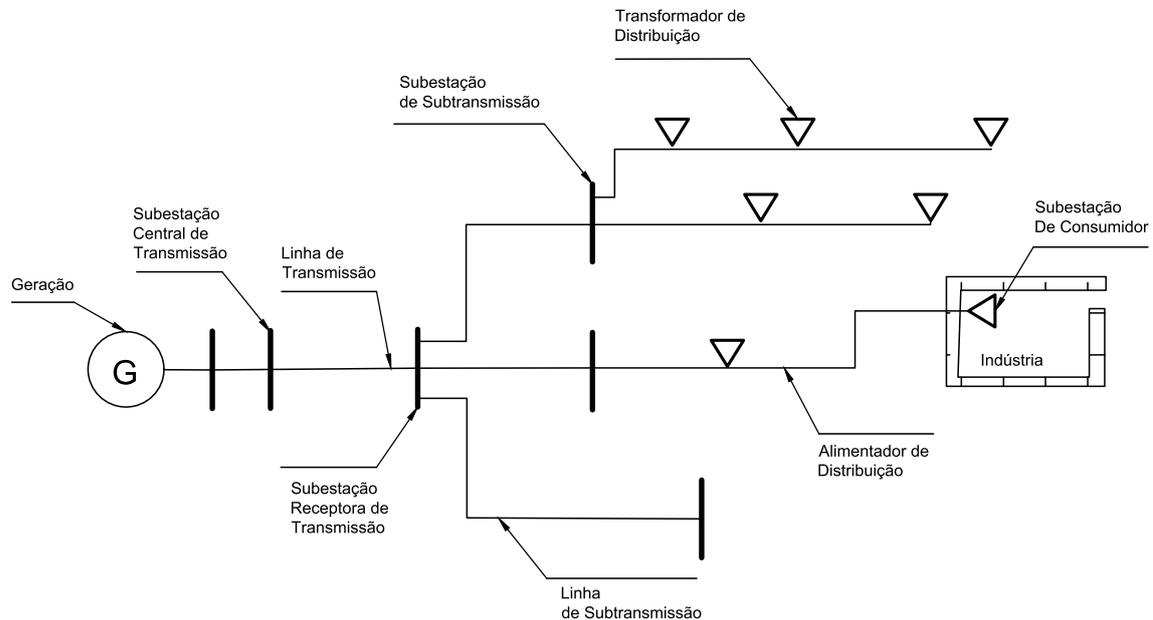
A definição de subestação neste trabalho será implementada a partir da seguinte citação: "Subestação é um conjunto de condutores, aparelhos e equipamentos destinados a modificar as características da energia elétrica(tensão e corrente)"([FILHO, 2015](#)). Esta citação definirá aqui o conceito de subestação.

As subestações podem ter diversos tipos de classificações, mas em termos gerais podem ser divididas em quatro tipos:

- Subestação central de transmissão;
- Subestação receptora de transmissão;
- Subestação de transmissão;
- Subestação de consumidor.

Este tipo de classificação é sintetizada a partir da localização das subestações, e ilustrada na Figura 1, nesta é ilustrado um sistema de energia elétrica e a localização dos tipos de subestações aqui classificadas. O tipo de subestação que é executada pela empresa DWASE é a: Subestação de consumidor, esta pode ser definida como: "É aquela construída em propriedade particular suprida através de alimentadores de distribuição primária, originados das subestações de subtransmissão, que suprem os pontos finais de consumo."([FILHO, 2015](#)).

Figura 1 – Localização dos tipos de subestações num sistema simplificado de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica



Adaptado de: (FILHO, 2015)

No relatório serão destacados os seguintes equipamentos de uma subestação de consumidor:

- Transformador de potência: Tem por função a transmissão de energia de um enrolamento para outro;
- TC: Promove isolamento elétrica entre os instrumentos de medição e o sistema de potência;
- TP: Reduz tensões para valores adequados aos instrumentos, proporcionando também isolamento em relação ao circuito primário;
- Disjuntor: "Elementos de manobra e proteção que atuam como uma chave, devendo ser capazes de interromper a corrente de um circuito, em condições normais como em condição de curto-circuito" (GUERRA, 2017) ;
- Chaves seccionadoras: "São dispositivos destinados a realizar manobras de seccionar e isolar um circuito elétrico. Em condições normais e com seus contatos fechados, elas devem manter a condução de sua corrente nominal, inclusive de curto-circuito até a abertura do disjuntor, sem sobreaquecimento." (BONFIM, 2018). O controle é

de forma manual e deve-se seguir padrões rígidos de segurança, de forma a evitar a formação de arco elétricos, caso sejam operadas em carga.

Vale salientar que outros equipamentos são utilizados.

As etapas de construção de uma subestação podem ser divididas em etapa civil e etapa eletromecânica. Dentre outras atividades da etapa civil tem-se: Terraplenagem do terreno das futuras instalações da subestações; Instalação dos postes da rede elétrica; Construção de pontos da casa de medição. Dentre algumas das atividades da etapa eletromecânica destacam-se: Montagem dos equipamentos elétricos; Montagem da malha de aterramento; Montagem dos isoladores; Instalação das placas de sinalização de segurança.

2.2 Medidores de Qualidade da Energia Elétrica

A qualidade da energia entregue aos consumidores é um tema bastante discutido nos últimos anos por profissionais das mais diversas áreas. É possível observar um aumento do monitoramento da energia entregue ao consumidor, bem como o monitoramento interno da rede elétrica de indústrias, isto deve-se aos distúrbios relacionados a energia elétrica de má qualidade, tais perturbações causam danos a equipamentos e máquinas utilizados em indústrias, residências e comércio. É nesse contexto que surgiram os medidores de qualidade de energia, com o objetivo de parametrizar os distúrbios relacionados a energia elétrica.

O objetivo desta seção é comparar três tipos de aparelhos que parametrizam os distúrbios citados no parágrafo anterior, além de apresentar o aparelho analisador P-600, este é: "*projetado para medição dos principais parâmetros de qualidade de energia e distúrbios e eventos rápidos na rede.*" (IMS, 2018).

A comparação entre esses aparelhos terá como base o artigo que tem por título: Comparação de Medidores de Qualidade da Energia Elétrica Quanto à Distorção Harmônica.

2.2.1 Registrador, Analisador e Comparador de Energia

Os medidores a serem comparados serão:

- Registrador: Registrador trifásico de qualidade de energia. Que tem por função medir: tensão, corrente, potência ativa, potência reativa, variações momentâneas de tensão e distorção harmônica total; (LIMA et al., 2017)
- Analisador: Tem como principal função diagnosticar sistemas de energia elétrica, observando a estabilidade no valor RMS da tensão e da corrente; (LIMA et al., 2017)

- Comparador de energia: A principal função deste aparelho é medir potência e energia. Não é um equipamento dedicado a parametrização de QEE, contudo possui a função de medir a THD. (LIMA et al., 2017)

O parâmetro para escolha do instrumento mais robusto foi a THD, e os dados do trabalho de (LIMA et al., 2017). A referida obra relata os ensaios em laboratório com os três equipamentos citados e a partir do erro e da incertezas fora determinado o aparelho de melhor desempenho.

A partir trabalho, conclui-se que o analisador apresentou o melhor desempenho face aos outros dois equipamentos. O equipamento registrador não apresentou resultados satisfatórios para as curvas de tensão enquanto o equipamento comparador teve um mal desempenho, principalmente para os pontos de corrente. (LIMA et al., 2017)

As principais motivações para se obter um qualímetro podem ser resumidas na seguinte citação:

Análises permitem caracterizar a qualidade de energia em um determinado ponto do sistema elétrico, avaliar causas de eventuais problemas, ensaiar analisadores, verificar a imunidade de diversos tipos de equipamentos, identificar e diagnosticar problemas de consumidores ou da rede elétrica. (CEPEL, 2018)

2.2.2 Analisador tipo qualímetro P-600

Nesta subseção serão abordados detalhes do Analisador P-600. Começando por um resumo realizado pelo distribuidor:

Problemas relacionados a qualidade da energia elétrica tem provocado, cada vez mais, paradas frequentes em linhas de produção acarretando perda de produtividade e aumento do custo de produção. Detectar estes fenômenos e apresentar os mesmos na forma de relatórios e gráficos de clara interpretação são características comuns a todos os produtos da família de Analisadores da Qualidade da Energia da IMS. Diferencial em relação a todos os produtos da concorrência a IMS disponibilizada a ferramenta de software PowerMANAGER Desktop como plataforma única de software para todos os seus produtos. (IMS, 2018)

O P-600 pode detectar problemas relacionados a rede elétrica, como também a partir do programa *PowerMANAGER Desktop* é possível: Programar o equipamento; Gerar relatórios a partir dos dados coletados. Detalhes do dispositivo estão expostos na Figura 2. Os *sensores de corrente* e os *cabos de tensão* em conjunto com o qualímetro são capazes de mensurar diversas grandezas de energia elétrica como: Sobretensões; THD; Potência Ativa; Potência Reativa e fp .

Figura 2 – PowerNET P-600 : Medidor e Registrador de grandezas elétricas



Fonte: Elaborada pelo autor

As especificações técnicas do aparelho serão descritos com base no catálogo do produto (ver (IMS, 2018)), em termos de: Aplicações típicas; Grandezas medidas/registradas; Exatidão; Características elétricas; Características mecânicas; Comunicação; Parâmetros programáveis.

As aplicações mais usuais são:

- Análises e medições de energia;
- Utilizado pelas concessionárias de energia;
- Campanhas de medição;
- Estudos de eficiência energética.

As grandezas medidas, são:

- Tensão por fase e média [V];
- Tensões Máximas e Mínimas [V];
- Corrente por fase e média [A];
- Correntes Máximas e Mínimas [A];

- Corrente de Neutro [A];
- Fator de Potência por fase e médio;
- Fatores de Potência Máximos e Mínimos;
- Consumo Ativo e Reativo trifásico;
- Demanda Ativa e Reativa trifásica;
- Energia Direta e Reversa;
- Potência Ativa Instantânea por fase e média [W];
- Potência Reativa Instantânea por fase e média [VAR];
- Potência Aparente Instantânea por fase e média [VA];
- Frequência da fase de referência [Hz];
- THD de Tensão (%);
- THD de Corrente (%);
- Harmônicas Pares de Tensão (%) até 40º ordem;
- Harmônicas Pares de Corrente (%) até 40º ordem;
- Harmônicas Ímpares de Tensão (%) até 41º ordem;
- Harmônicas Ímpares de Corrente (%) até 41º ordem.

Quanto a exatidão, tem-se:

- Tensão: $\pm 0,20\%$;
- Corrente: $\pm 0,20\% \pm 1\%$ do sensor de corrente;
- Frequência: $\pm 0,01$ Hz;
- Potências: $\pm 0,40\% \pm 1\%$ do sensor de corrente;
- Fator de potência: $\pm 0,40\% \pm 1\%$ do sensor de corrente.

As características elétricas são:

- Alimentação AC: 70 a 300 Vac;
- Alimentação DC: Sob consulta;

- Consumo: 20 VA;
- Frequência: 50 ou 60 Hz;
- Indicação de Sequência de Fase ;
- Medição de corrente com alicate rígido 10A ou 200A (opcional);
- Medição de Corrente com Sensor Flexível 1000A ou 3000A;
- Medição de Tensão 50 a 500 Vac;
- Memória de Massa 16MB;
- Tipo de Ligação Delta / Estrela / Monofásico / bifásico /Bifásico+neutro.

As características do aparelho são:

- Dimensões: AxLxP 285 x 208 x 125mm.
- Display: 4 linhas x 20 colunas (80 caracteres).
- Possui backlight.
- Grau de Proteção: IP 659;
- Material Construtivo Termoplástico com alta resistência mecânica, antichama e proteção UV;
- Peso: 1,6 Kg aproximadamente.

O aparelho possui porta USB CDC, para comunicação com outros dispositivos, com padrão e elétrico USB Mini e protocolo MODBUS-RTU.

Os parâmetros programáveis serão listados e especificados abaixo:

- Primário do TP 50 a 999999V;
- Secundário do TP 50 a 500V;
- Primário do TC 1 a 99999A;
- Secundário do TC 1 a 99999A;
- Número de elementos 2 ou 3;
- Intervalo de registros 00:00:00:200 a 24:00:00.000;
- Tipo de ligação Delta/Estrela;

- Tipo de memória Linear/Circular;
- Relógio Data/Horário;
- Taxa de atualização do display;
- Parâmetros de perturbação;
- Parâmetros da ANEEL;
- Endereço de rede.

3 Atividades desenvolvidas

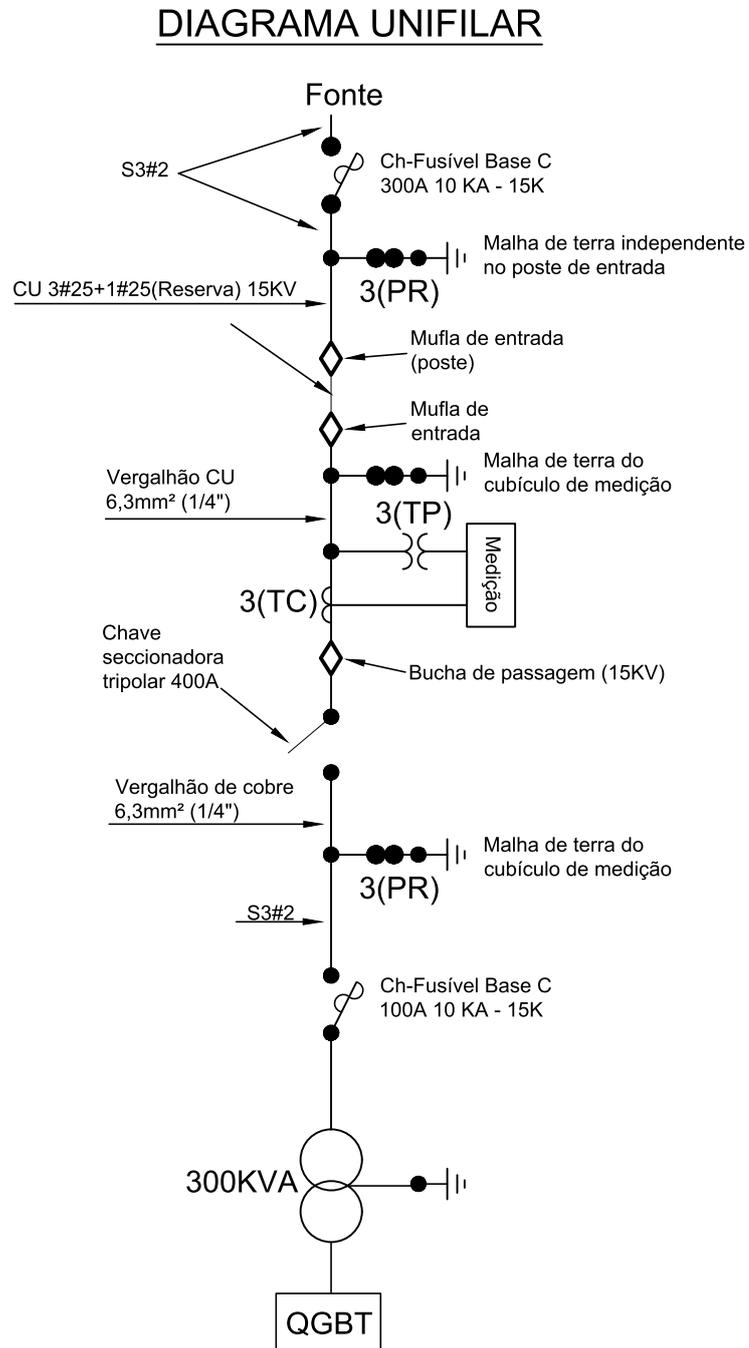
3.1 Visitas técnicas a uma subestação de uma futura fábrica de colchões

Durante a primeira semana de janeiro do ano de 2018, foram realizadas visitas técnicas nas obras de uma subestação localizada na: Av. Liberdade, s/nº, Centro – Bayeux – PB. Esta seção tem por objetivo detalhar as experiências vividas a partir das visitas, em termos: de detalhes de projeto e detalhes de construção.

3.1.1 Detalhes de projeto

O projeto tem como finalidade definir parâmetros da instalação de uma subestação aérea de 300 kVA, com medição abrigada em cubículo de alvenaria para atender a futuras instalações de uma indústria de colchões. A entrada da subestação é de 13,8 kV e atenderá ao cubículo de medição do tipo abrigado, através de alimentação subterrânea. Após o cubículo de medição o transformador será alimentado através de rede de MT que atenderá à subestação. O cubículo de medição terá um sistema de aterramento. A medição será realizada em média tensão. Será instalado um transformador trifásico de 300 KVA, 13,8kV/380/220V, a ligação do primário: Triângulo (Delta), e do secundário: Estrela com neutro acessível. A proteção secundária do transformador será feita por um disjuntor termomagnético trifásico de 450 A instalado numa caixa de medição, esta referida no projeto como CM9. A fábrica possui uma demanda estimada de 232 kVA. Serão instaladas chaves fusíveis unipolares, para proteção do transformador e rede de MT, fonte e medida. A proteção contra sobretensão será de pára-raios tipo ZnO, polimérico, 15kV. O diagrama unifilar pode ser observado na Figura 3, é ilustrado nesta detalhes citados neste parágrafo.

Figura 3 – Diagrama unifilar de uma subestação aérea de 300 kVA



Fonte: Elaborada pelo autor

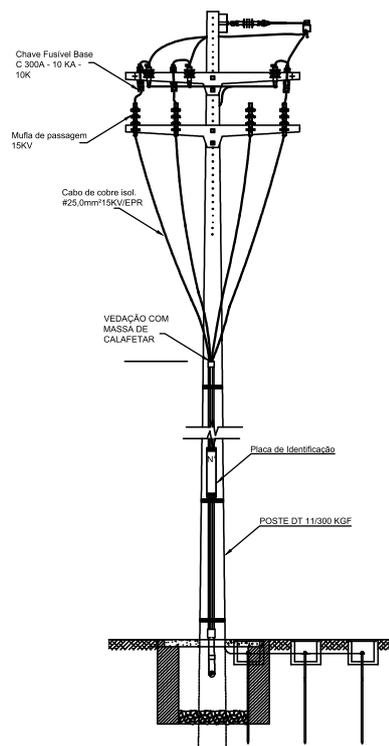
3.1.2 Detalhes de construção

Durante o período das visitas foram realizadas diversas atividades pela equipe de serviço da empresa como: Instalação das placas sinalizadoras do cubículo de medição; Finalização da malha de aterramento; Conexão entre cabos condutores de energia.

A partir do próximo parágrafo desta subseção, serão descritos e expostos detalhes da construção da subestação.

A entrada da subestação é de 13,8 kV com o respectivo poste de entrega, que pode ser visto a partir da Figura 4, este atenderá ao cubículo de medição que está detalhado na Figura 5.

Figura 4 – Poste de entrega de energia elétrica: (a) Detalhes do poste de entrega realizado no projeto elétrico da subestação; (b) Poste de entrega da subestação



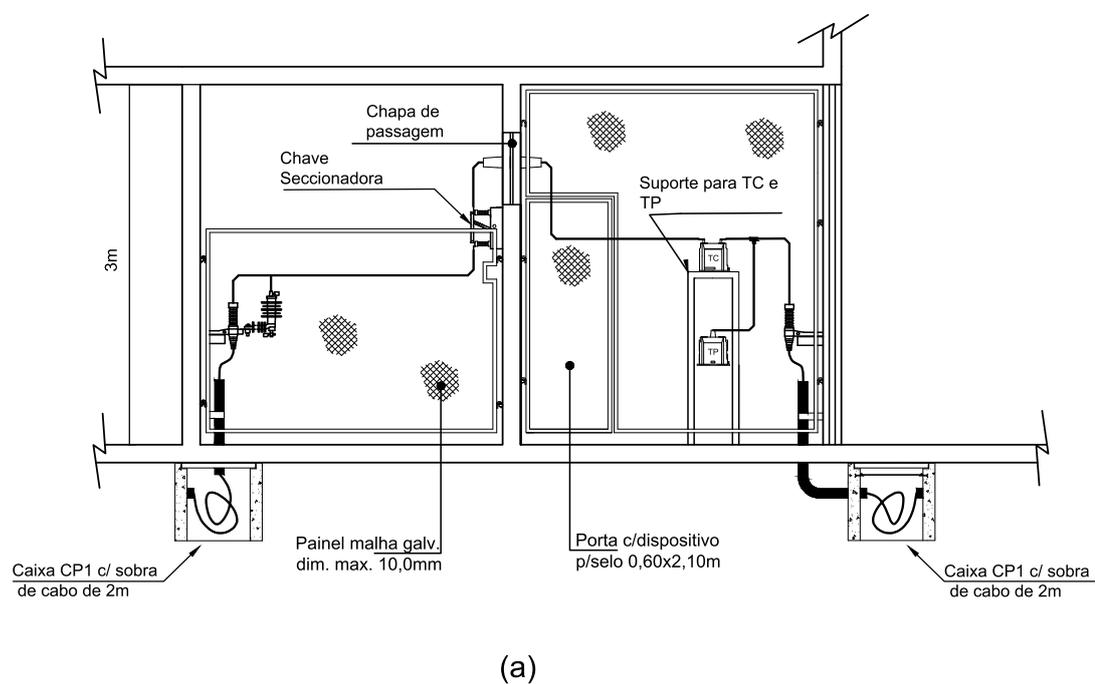
(a)



(b)

Fonte: Elaborada pelo autor

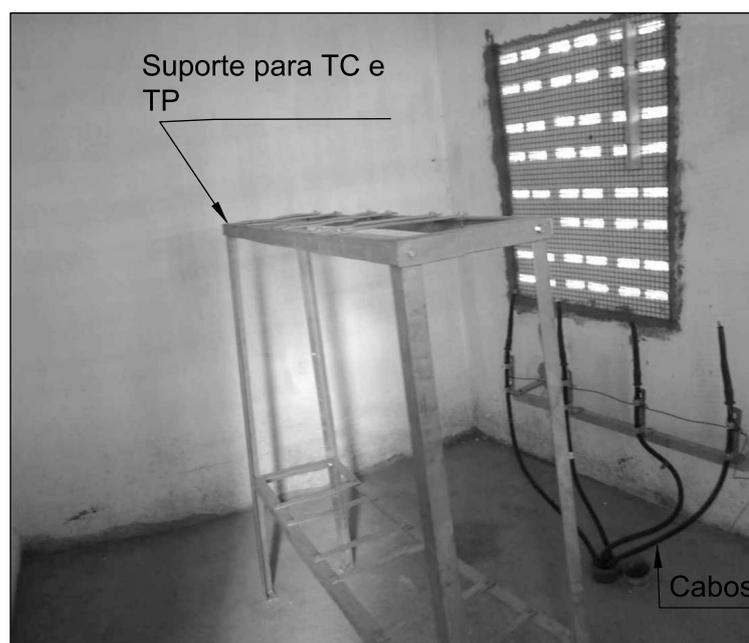
Figura 5 – Cubículo de medição da subestação: (a) Corte frontal do cubículo de medição do projeto elétrico; (b) Frente do cubículo de medição da subestação



Fonte: Elaborada pelo autor

O cubículo de medição abrigará diversos equipamentos e cabos, na Figura 6 está exposto: a disposição do *suporte para TC e TP*, bem como os cabos de *cabos de cobre isolados* que afloram da caixa de passagem subterrânea, esta é oriunda das instalações do poste de entrega.

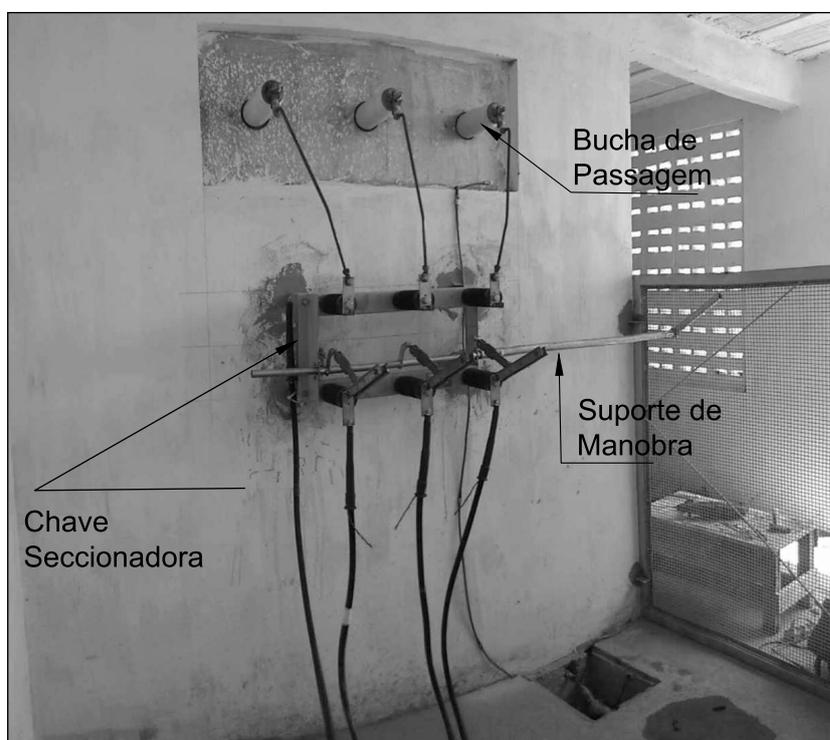
Figura 6 – Detalhes do Cubículo de Medição: Suporte para TC e TP e Cabos de Cobre Isolados



Fonte: Elaborada pelo autor

Outros detalhes do cubículo de medição estão expostos na Figura 7 como: chave seccionadora, bucha de passagem e suporte de manobra.

Figura 7 – Detalhes do Cubículo de Medição: Chave Seccionadora, Bucha de Passagem e Suporte de Manobra



Fonte: Elaborada pelo autor

Os detalhes do restante da rede estão retratados na Figura 8, começando com cabos que saem do cubículo de medição e alimentam a rede de energia até chegar ao poste que está instalado um trafo de 300 kVA, abaixo deste, pode-se observar uma caixa de medição, a mesma é equipada com um disjuntor termomagnético trifásico de 450 A.

Figura 8 – Detalhes da rede de energia elétrica: Transformador Trifásico de 300 kVA; Caixa de Medição com Disjuntor Termomagnético Trifásico de 450A e Postes Instalados após o Cubículo de Medição



Fonte: Elaborada pelo autor

Para finalizar os relatos destas visitas técnicas a referida subestação: Nos últimos dias de execução, a equipe foi assolada por fortes chuvas, dificultando assim o trabalho em alguns trechos da obra, ocasionando severo atrasado quanto ao prazo programado de execução das tarefas.

3.2 Monitoramento de uma rede de energia de um estabelecimento comercial

No dia 22 de dezembro de 2017, o P-600 foi instalado num supermercado localizado na cidade de Itaporanga, no estado da Paraíba. Detalhes da instalação do aparelho, e tratamento dos dados deste, foram relatados nesta seção.

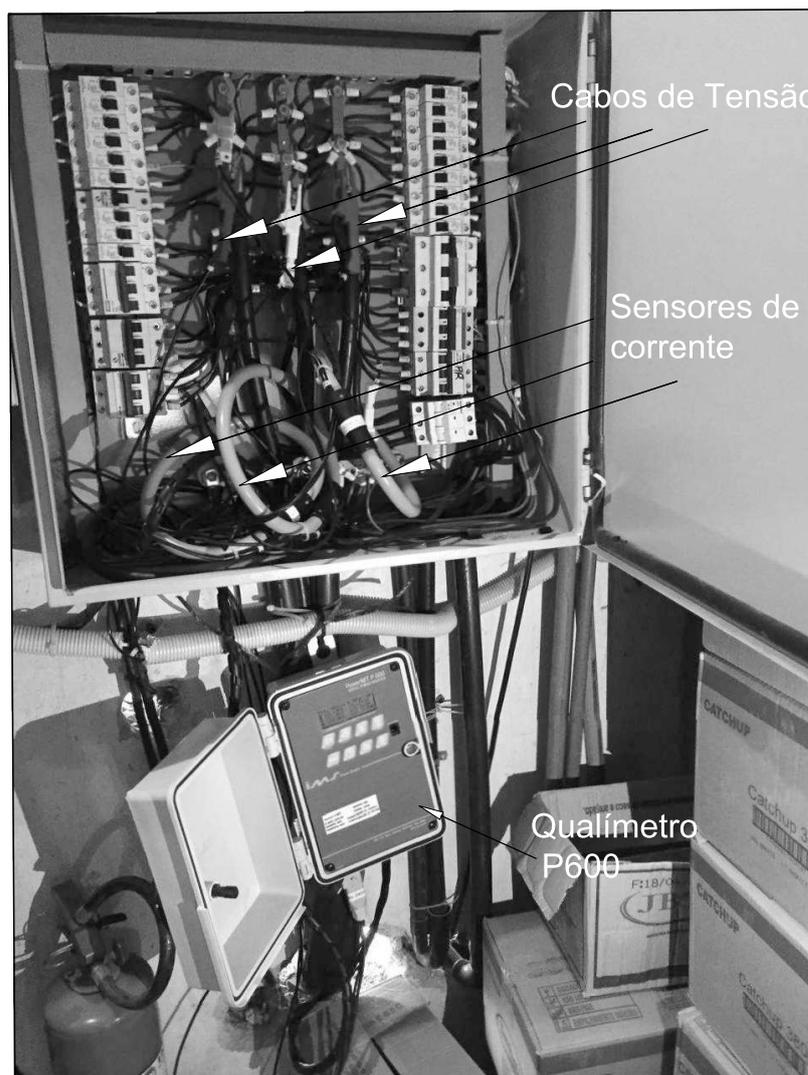
O equipamento foi programado no dia anterior a instalação, com os seguintes parâmetros:

- Coleta de dados no período de: 22/12/2017 a 23/12/2017;

- Coletar os dados das variações de tensão da rede.

O aparelho foi instalado no painel elétrico do estabelecimento. Os detalhes desta instalação estão expostos na Figura 9.

Figura 9 – Instalação do Qualímetro no Painel Elétrico de um estabelecimento comercial



Fonte: Elaborada pelo autor

No dia 26 de dezembro de 2017, o aparelho foi recolhido, para ser realizada a coleta de dados. As informações armazenadas no aparelho foram transferidas para um computador e a partir do programa *PowerMANAGER Desktop* foi sintetizado um relatório automático de conformidade de tensão, este possui 269 páginas, sendo duas destas colocadas nas Figuras 10 e 11.

A primeira página do referido relatório (ver Figura 10) contém dados da análise, tabela de índices e histograma. A última página (ver Figura 11) contém o gráfico de tensão.

Figura 10 – Relatório de conformidade de Tensão

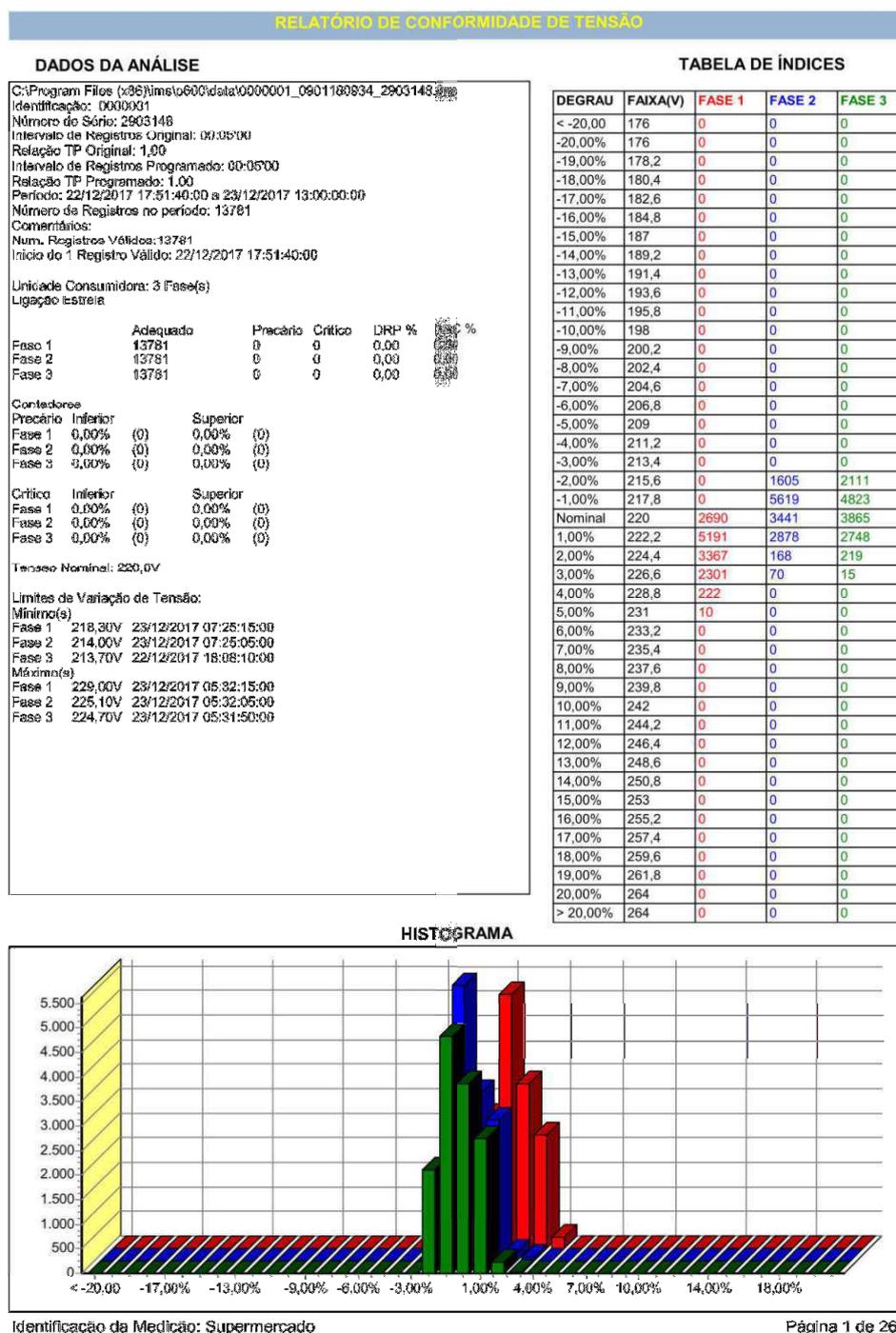
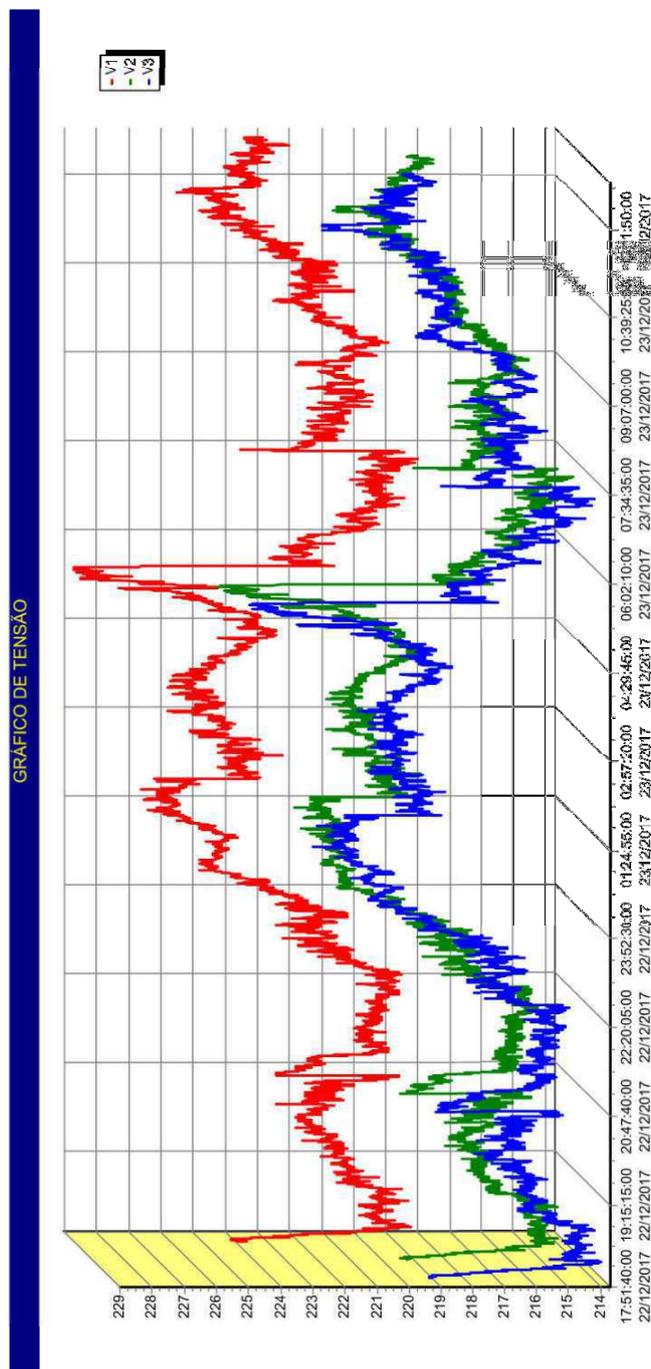


Figura 11 – Relatório de conformidade de Tensão: Gráfico de Tensão



Fonte: *print screen* da aplicação no *PowerMANAGER Desktop* realizado pelo autor

Os limites de variação de tensão estipulados pela ANEEL, para a cidade de Itaporanga estão inseridos na Tabela 1, com os parâmetros de: Tensão nominal igual a 220

V; Tensão abaixo da nominal mínima igual a 202 V; Tensão superior a nominal máxima igual a 231 V.

Tabela 1 – Indicadores de qualidade : Limite de tensão

Categoria	Valor(V)
Nominal	220
Limite Inferior	202
Limite Superior	231

Fonte: Via da conta de energia do supermercado.

A Tabela 2 contém as tensões mínimas registradas, durante o período programado, com as respectivas horas e datas. A tensão mínima da: *fase 1* foi 218,30V, e ocorreu as 7h25min15s no dia 23 de dezembro de 2017; *fase 2* foi de 214,00V, e ocorreu as 7h25min15s no dia 23 de dezembro de 2017; *fase 3* foi de 213,70V e ocorreu as 18h10min00s no dia 23 de dezembro de 2017.

Tabela 2 – Relatório de conformidade de tensão: Limites de Variação de Tensão: Mínimos

Fase 1	218,30V	23/12/2017	07:25:15:00
Fase 2	214,00V	23/12/2017	07:25:15:00
Fase 3	213,70V	22/12/2017	18:08:10:00

Fonte: Elaborada pelo autor

A Tabela 3 contém as tensões máximas registradas, durante o período programado, com as respectivas horas e datas. A tensão máxima da: *fase 1* foi de 229,00V e ocorreu as 05h32min15s no dia 23 de dezembro de 2017; *fase 2* foi de 225,10V e ocorreu as 05h32min05s no dia 23 de dezembro de 2017; *fase 3* foi de 224,70V e ocorreu as 05h31min50s no dia 23 de dezembro de 2017.

Tabela 3 – Relatório de conformidade de tensão: Limites de Variação de Tensão: Máximos

Fase 1	229,00V	23/12/2017	05:32:15:00
Fase 2	225,10V	23/12/2017	05:32:05:00
Fase 3	224,70V	23/12/2017	05:31:50:00

Fonte: Elaborada pelo autor

Conclui-se a partir da análise dos três parágrafos anteriores que as variações de tensão no supermercado estavam dentro dos níveis estipulados pela ANEEL, para o período de análise.

As últimas atividades referentes ao monitoramento da rede foram de: informar ao cliente que os níveis de tensão, para o período de registro do equipamento, estavam de acordo com os valores exigidos pela ANEEL, e entregar o relatório de conformidade de tensão. Atividades estas concluídas com êxito.

4 Considerações finais

Engenheiros eletricitistas que trabalham com instalações industriais devem possuir conhecimentos básicos de leis descritas pela ANEEL.

A realização de projetos elétricos é importante em termos de: Economia, pois determina a quantidade aproximada do material necessário para execução de uma obra; Segurança, pois incorpora como base de parâmetros de dimensionamento e disposição dos equipamentos, a NBR10; Meio facilitador em termos de orientação quanto a execução de atividades.

A execução de projetos elétricos, por muitas vezes, está sujeita a intempéries climáticas, afetando assim o tempo programado para execução de certas tarefas, fato ocorrido durante as visitas técnicas do referido estágio.

Durante o estágio há a possibilidade de desenvolver conhecimentos teóricos, adquiridos durante o curso, em termos técnicos como por exemplo: manuseio correto de uma chave seccionadora, tal conhecimento teórico obtido em Equipamentos Elétricos, e desenvolvido tecnicamente nas visitas técnicas a subestação localizada na cidade de Bayeux.

É importante ressaltar que vistoriar a qualidade da energia em instalações que possuem equipamentos de alto valor, pois estes estão sujeitos a serem assolados por distúrbios elétricos.

Evidencia-se que medidores de qualidade de energia exercem papel fundamental na medição de parâmetros de que caracterizam os distúrbios de qualidade de energia elétrica.

Ressalta-se que as visitas técnicas foram de suma importância para se obter noção do papel desempenhado por um engenheiro exercendo funções em obras, bem como noções de resolução de problemas de execução destas.

Durante as horas decorridas na sede da empresa, foi possível observar a importância da gestão empresarial, esta garante que processos sejam devidamente definidos, mantendo assim uma rotina bem ajustada as atividades da empresa.

Por fim registra-se que as experiências adquiridas no estágio em conjunto ao conhecimento teóricos e práticos obtidos durante a graduação, possibilitou o desenvolvimento do aluno quanto ao futuro profissional da área de engenharia elétrica.

Referências

- BONFIM, M. **Chaves Seccionadoras - O que são? Quais os Tipos?** Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/chaves-seccionadoras-o-que-s%C3%A3o-quais-os-tipos-marcelo-bonfim>>. Acesso em: 05 mar. 2018. Citado na página 17.
- CEPEL. **Análise de Qualidade de Energia Elétrica.** Disponível em: <<http://www.cepel.br/produtos/servicos-tecnologicos/analise-de-qualidade-de-energia-eletrica.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2018. Citado na página 19.
- FILHO, J. M. *Instalações Elétricas Industriais*. [S.l.]: Grupo Gen-LTC, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.
- GUERRA, F. das C. F. *Notas de aula em Proteção de Sitemas Elétricos*. [S.l.]: Universidade Federal de Campina Grande, 2017. Citado na página 17.
- IMS. **Analisadores.** Disponível em: <<http://www.ims.ind.br/>>. Acesso em: 25 fev. 2018. Citado 3 vezes nas páginas 18, 19 e 20.
- LIMA, J. S. A. et al. Comparação de medidores de qualidade da energia elétrica quanto a distorção harmônica. 2017. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- UFRJ. **Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica.** Disponível em: <http://www.dee.ufrj.br/~acsl/grad/transm/notas_de_aula/tree1.html>. Acesso em: 05 mar. 2018. Citado na página 16.