

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

PEDRO SAMPAIO MATIAS

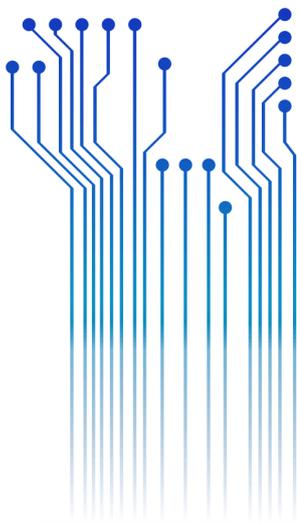


Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO  
D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME



Departamento de  
Engenharia Elétrica



Campina Grande  
2018



PEDRO SAMPAIO MATIAS

*D WALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME*

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.

Orientador

Campina Grande  
2018

PEDRO SAMPAIO MATIAS

*D WALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME*

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em 21 / 12 / 2018

**Professor Adolfo Fernandes Herbster**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

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

*“Cada dia um degrau, cada degrau uma luta e a cada luta um aprendizado.”*

**Julhinho Silva**

# 1 SUMÁRIO

Agradecimentos.....	vii
Resumo.....	viii
Abstract.....	ix
Lista de Figuras.....	x
Lista de Tabelas.....	xi
1 Introdução.....	12
1.1 Estrutura dos Relatórios de Estágio.....	13
1.2 D W ALVES DE SOUZA ENGENHARIA - ME.....	14
1.3 Objetivos.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.4 Atividades Realizadas.....	13
2 Embasamento Teórico.....	15
2.1 Subestação.....	15
2.2 Equipamentos Elétricos.....	16
2.3 Medidores de Qualidade de Energia.....	17
2.3.1 Analisador Qualímetro P-600.....	18
3 Atividades Desenvolvidas.....	21
3.1 Visita Técnica a Subestação do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – UFCG.....	21
3.1.1 Detalhes do Projeto.....	21
3.1.2 Detalhes da Obra.....	23
3.2 Monitoramento Do Consumo de Energia de uma Fábrica.....	29
4 Conclusão.....	36
<b>Apêndice A – Relatórios do PowerMANAGER Desktop.....</b>	<b>38</b>

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo constante apoio e incentivo. Aos meus pais Maria Jusceleide e José Erison por sempre acreditarem no meu potencial e ao meu irmão João que mesmo na distância me fez companhia.

Agradeço a todos os professores do curso de Engenharia Elétrica da UFCG por exercer essa profissão de tamanha importância. Ao professor Célio Anésio por me orientar no presente trabalho e sempre compartilhar seus conhecimentos e experiências profissionais.

Agradeço minha namorada Monaliza por todo carinho, por todas as palavras de conforto e apoio nos momentos mais difíceis, tanto dentro do curso quanto fora. Sempre que ao seu lado, sou o melhor de mim.

Aos meus queridos amigos Breno, Isaque, Lucas, Mateus, João, Samuel, Telmo e Wesley pelas inúmeras experiências de vida no decorrer do curso, não seria possível sem vocês. Nunca tive tantos amigos quanto neste tempo de curso. Aos meus colegas de apartamento Pedro e Vitor, pela boa convivência e momentos memoráveis.

A todos os funcionários da UFCG, especialmente aos funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica: professores Damásio e Mário, Adail e Tchaikovsky.

Agradeço a D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA – ME pela oportunidade de estágio oferecida. Especialmente agradeço a Damião pelos ensinamentos, confiança e respeito. Agradeço a Luiz pela paciência em me ensinar. Agradeço a Juliana pelo suporte e preocupação.

## RESUMO

Neste trabalho são relatados os conhecimentos adquiridos e experiências vividas pelo aluno durante o período de estágio. O texto trata primeiramente de conteúdos teóricos sobre subestações e seus componentes, definindo alguns conceitos e classificações, bem como apresentação de alguns dos componentes. Também são abordados conteúdos referentes a qualidade de energia e os equipamentos da área. É feita uma comparação entre os diferentes equipamentos, justificando a utilização do equipamento do tipo analisador. Na última seção são registradas as principais atividades realizadas durante o estágio, contendo o relato da visita técnica a uma subestação de 300 kVA e sua descrição. Além disso, é apresentado os procedimentos efetuados na utilização do analisador de energia em uma instalação industrial.

**Palavras-chave:** Subestações, Analisador de energia, Projetos elétricos.

# ABSTRACT

In this work are reported the knowledge acquired and experiences lived by the student during the internship period. The text deals first with theoretical contents about substations and their components, defining some concepts and classifications, as well as presentation of some of the components. Also related are contents referring to the quality of energy and the equipment of the area. A comparison is made between the different equipment, justifying the use of analyzer type equipment. In the last section are recorded the main activities carried out during the internship, containing the report of the technical visit to a substation of 300 kVA and its description. In addition, the procedures performed when using the energy analyzer in an industrial plant are presented.

**Keywords:** Substations, Power analyzer, Electrical projects.

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1: PowerNET P-600.....	19
Figura 2: Diagrama unifilar da subestação CCBS.....	22
Figura 3: Vista frontal da entrada subterrânea.....	23
Figura 4: Muflas de saída.....	24
Figura 5: Suporte para instalação de TP's e TC's em 15 kV.....	25
Figura 6: Detalhe do aterramento do suporte para TP's e TC's.....	26
Figura 7: TP's para medição de entrada em 15 kV.....	26
Figura 8: TC's para medição de entrada em 15 kV.....	27
Figura 9: Bucha de passagem.....	27
Figura 10: Transformador instalado.....	28
Figura 11: Medição na máquina de refrigeração.....	30
Figura 12: Medição na máquina de tampa.....	31
Figura 13: Medição na máquina de garrafão.....	32
Figura 14: Medição no compressor.....	33
Figura 15: Relatório gerado pelo PowerMANAGER Desktop referente a máquina de tampa.....	34

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Máquina de refrigeração.....	35
Tabela 2 - Máquina de tampa .....	35
Tabela 3 - Máquina de garrafão.....	35
Tabela 4 - Compressor .....	35

# 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-requisitos a conclusão de todas as disciplinas de Conteúdos Profissionais Essenciais e de Conteúdos Básicos de Formação Científica e Tecnológica.

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 180 horas. Com vigência de 24/09/2018 até 17/12/2018.

## 1.1 OBJETIVOS

Este relatório tem como objetivo descrever as atividades realizadas durante o Estágio Curricular Supervisionado realizado na empresa social D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA - ME, localizada em Campina Grande, PB.

O principal objetivo do estágio foi realizar um estudo de forma a viabilizar o uso de um qualímetro do tipo analisador, 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.

## 1.1 ATIVIDADES REALIZADAS

Dentre as atividades realizadas durante o período de estágio, a mais recorrente foi realizar estudos de consumo de energia em indústrias utilizando o analisador do tipo qualímetro, contendo as fases de configuração, instalação e confecção de relatórios.

Também foram realizadas visitas técnicas em obras já finalizadas e o acompanhamento de obras em execução pela empresa, sendo em sua maioria, subestações abrigadas e aéreas.

## 1.2 ESTRUTURA DOS RELATÓRIOS DE ESTÁGIO

A Seção 1 é introdutória e contextualiza o trabalho, apresenta a motivação, define os objetivos do estágio, descreve a empresa D W ALVES DE SOUSA ENGENHARIA – ME e apresenta a estrutura do trabalho.

A Seção 2 pode ser dividida 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.

A Seção 3 é descritiva quanto as atividades realizadas no estágio. Pode ser dividida em duas partes. A primeira parte relata uma visita técnica a subestação, incluindo os aspectos construtivos e eletromecânicos. A segunda parte relata um monitoramento de uma rede de energia de um estabelecimento industrial, 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 Seção 4 é conclusiva e destaca as considerações finais acerca do estágio como um todo.

### 1.3 D W ALVES DE SOUZA ENGENHARIA - ME

Fundada por Damião Webir Alves de Sousa, a empresa teve como objetivo inicial executar obras em subestações. Contudo, com o passar de alguns anos da empresa, a área de atuação foi expandida devido à crescente demanda de projetos. Além disso, alguns clientes passaram a consultar diversos serviços e, dessa maneira, projetos de outros tipos passaram a ser executados, tais como: loteamentos, padrão de entrada, instalações elétricas prediais, entre outros.

A empresa trabalha sob demanda de serviços e atua com os mais 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 atualmente são:

- Projetos Elétricos;
- Fiscalização e acompanhamento de obras;
- Execução e acompanhamento de obra;
- Vistorias técnicas e emissão de laudos técnicos.

O escritório da empresa se encontra na rua José Tokaipp, bairro Catolé, Campina Grande. A área de trabalho utilizada consiste em uma mesa com computador na sala do proprietário da empresa.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 SUBESTAÇÃO

Fundamentalmente, o projeto de uma subestação é assunto que trata da transferência de energia elétrica de uma fonte ou fontes para um ou mais centros de consumo. Consiste numa parte essencial para a transmissão de energia, sendo responsável por modificar as características da energia elétrica (tensão, corrente ou frequência).

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).

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

- **Subestação transformadora:** Subestação que modifica o nível de tensão, elevando ou rebaixando;
- **Subestação de transmissão:** Subestação transformadora na qual entram e saem linhas de transmissão;
- **Subestação de manobra:** Subestação destinada a modificar a configuração de um sistema elétrico, mediante manobras de linhas de transmissão;
- **Subestação de distribuição:** Subestação transformadora que recebe energia de linhas de subtransmissão, transferindo-as para as linhas de distribuição;
- **Subestação de consumidor:** Subestação construída em propriedade particular suprida através de alimentadores de distribuição primária, originados das subestações de subtransmissão ou distribuição.

O tipo de subestação estudada no exercício do estágio foi a subestação de consumidor.

## 2.2 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Neste trabalho, serão destacados os seguintes equipamentos elétricos de uma subestação de consumo:

- **Transformador de potência:** Responsável por transmitir a energia elevando ou abaixando a tensão, sendo o equipamento principal e de maior custo da subestação;
- **Para-raios:** Equipamentos utilizados para proteger os diversos equipamentos que compõem uma subestação de potência ou simplesmente um único transformador de distribuição instalado em poste;
- **Transformador de corrente:** Equipamentos que permitem aos instrumentos de medição e proteção funcionarem adequadamente sem que seja necessário possuírem correntes nominais de acordo com a corrente de carga do circuito ao qual estão ligados;
- **Transformador de potencial:** Equipamentos que permitem aos instrumentos de medição e proteção funcionarem adequadamente sem que seja necessário possuir tensão de isolamento de acordo com a da rede à qual estão ligados;
- **Disjuntor:** Equipamentos destinados à interrupção e ao restabelecimento das correntes elétricas num determinado ponto do circuito;
- **Chaves seccionadoras:** Dispositivo mecânico de manobra que na posição aberta assegura uma distância de isolamento, e na posição fechada mantém a continuidade do circuito elétrico nas condições especificadas (Filho, 2015).

Outros equipamentos têm fundamental importância no funcionamento de uma subestação, assim como materiais e métodos a serem utilizados em sua construção.

## 2.3 MEDIDORES DE QUALIDADE DE ENERGIA

A qualidade da energia entregue aos consumidores é um tema de importância crescente. Atento a isto, o Centro de Pesquisa em Energia Elétrica (CEPEL) qualificou-se para realizar análises que englobam medições de harmônicos, de flutuação de tensão, de Variação de Tensão de Curta Duração (VCTD) e de desequilíbrio. Tais 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, 2017).

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 à energia elétrica de má qualidade. Tais perturbações causam danos a equipamentos e máquinas utilizados em indústrias, residências e comércio. Foi nesse contexto que surgiram os medidores de qualidade de energia, com o objetivo de parametrizar os distúrbios relacionados à energia elétrica.

Antes de escolher um produto, é importante que se faça uma comparação entre as opções disponíveis no mercado. Os principais tipos de medidores de qualidade de energia se classificam como: Registrador, Analisador ou Comparador de Energia.

- **Registrador:** O registrador trifásico de qualidade de energia tem como função medir a tensão, corrente, potência ativa, potência reativa, variações momentâneas de tensão e distorção harmônica total;
- **Analisador:** Tem como principal função diagnosticar sistemas de energia elétrica, observando a estabilidade no valor RMS da tensão e da corrente;
- **Comparador de Energia:** A principal função deste aparelho é medir potência e energia. Não é um equipamento dedicado a parametrização de QEE (Qualidade de Energia Elétrica), contudo possui a função de medir a THD (Distorção Harmônica Total).

Segundo (Célia Moura de Moura Carvalho, et al., 2017), o analisador apresentou o melhor desempenho dentre os três medidores citados. 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.

## 2.4 ANALISADOR QUALÍMETRO P-600

O analisador PowerNET P-600 G4 foi desenvolvido para atender a principais demandas ligadas a medição da qualidade da energia, medição de consumo, dimensionamento de circuitos e proteções e demais aplicações ligadas à eficiência energética (IMS, 2016).

O P-600 pode detectar problemas relacionados a rede elétrica, como também a partir do programa PowerMANAGER Desktop é possível programar o equipamento, exportar os dados coletados pelo equipamento, gerar relatórios a partir dos dados coletados e operar remotamente um ou mais analisadores simultaneamente. Detalhes do dispositivo estão expostos na Figura 1. Os sensores de corrente e os cabos de tensão em conjunto com o qualímetro são capazes de mensurar diversas grandezas de energia elétrica, tais como: Sobretensões, THD, Potência Ativa, Potência Reativa e fator de potência.

As especificações técnicas do aparelho são descritas no manual de instalação e operação (IMS, 2016), tais como aplicações mais usuais, grandezas medidas/registradas, características mecânicas, comunicação e parâmetros programáveis.

### Aplicações usuais:

- Análise e medição de energia;
- Utilizado pelas concessionárias de energia;
- Companhias de medição;
- Estudos de eficiência energética.

Figura 1: PowerNET P-600.



Fonte: (IMS, 2016).

As grandezas medidas/registradas:

- Tensão por fase e média;
- Tensões máximas e mínimas;
- Corrente por fase e média;
- Correntes máximas e mínimas;
- Corrente de neutro;
- Fator de potência por fase e médio;
- Consumo ativo e reativo trifásico;
- Demanda ativo e reativo trifásico;
- Energia direta e reversa;
- Potência ativa instantânea por fase e média;
- Potência reativa instantânea por fase e média;
- Potência aparente instantânea por fase e média;
- Frequência da fase de referência;
- THD de tensão;
- THD de corrente;
- Harmônicas pares de tensão e corrente até 40ª ordem;

- Harmônicas ímpares de tensão e corrente até 41ª ordem;

Classe de exatidão:

- 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;

Características elétricas:

- Alimentação AC: 70 a 300 Vac;
- Consumo: 20 VA;
- Frequência 50 ou 60 Hz;
- Indicação de sequência de fase;
- Medição de corrente com sensor flexível 1000 A ou 3000 A;
- Medição de tensão 50 a 500 Vac;
- Tipos ligação: Delta, estrela, monofásico, bifásico ou bifásico + neutro;

Características do aparelho:

- Dimensões: 285 x 208 x 125 mm;
- Peso: 1,6 Kg;
- Display 4 linhas x 20 colunas;
- Possui backlight;
- Grau de proteção IP 659;
- Memória de massa de 16 MB;

Parâmetro programáveis:

- Primário do TP 50 a 999999 V;
- Secundário do TP 50 a 500 V;
- Primário do TC 1 a 99999 A;
- Secundário do TC 1 a 99999 A;
- Intervalo de registros: 200 ms a 24 h;
- Tipo de memória: Linear ou circular;
- Parâmetros de perturbação;
- Parâmetros da ANEEL;

## 3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Nesta seção serão apresentadas as principais atividades exercidas durante a vigência do estágio supervisionado, sendo elas uma visita técnica a uma subestação em execução pela empresa e a medição de consumo em máquinas utilizando qualímetro do tipo analisador dentro de uma fábrica.

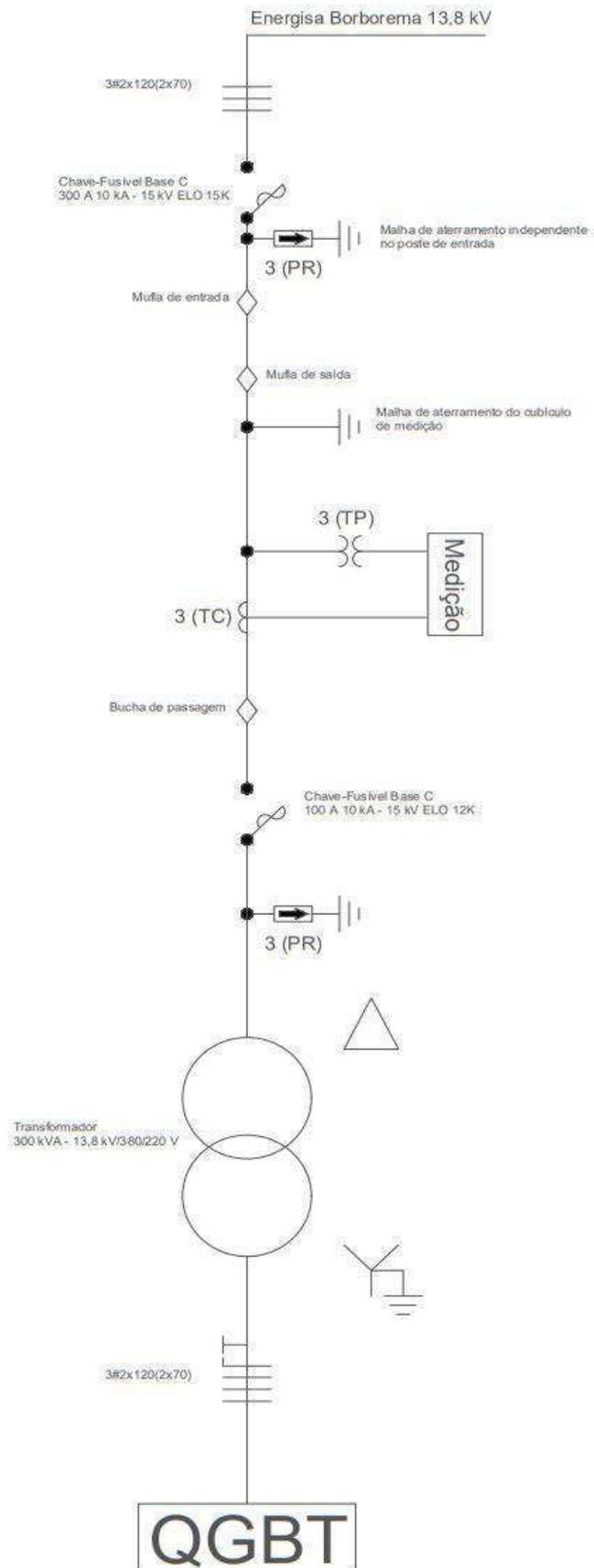
### 3.1 VISITA TÉCNICA A SUBESTAÇÃO DO CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – UFCG

Durante o período de estágio, algumas visitas técnicas a subestações foram feitas. Nesta seção será detalhada a visita a subestação executada no Centro de Ciências Biológicas e Da Saúde da Universidade Federal de Campina Grande.

#### 3.1.1 DETALHES DO PROJETO

O projeto compreendeu a fase de execução da obra pela empresa. O projeto elétrico consiste em uma subestação abrigada de 300 kVA com medição abrigada em cubículo de alvenaria para atender aos blocos do local. A entrada é realizada pela linha de média tensão 13,8 kV e atenderá ao cubículo de medição e proteção através de passagem subterrânea. A saída do cubículo alimentará o transformador de 300 kVA, 13,8 kV/380/220 V instalado a 20 m do local, sendo o primário ligado em delta e o secundário em estrela. É mostrado na Figura 2 o diagrama unifilar da subestação.

Figura 2: Diagrama unifilar da subestação CCBS.

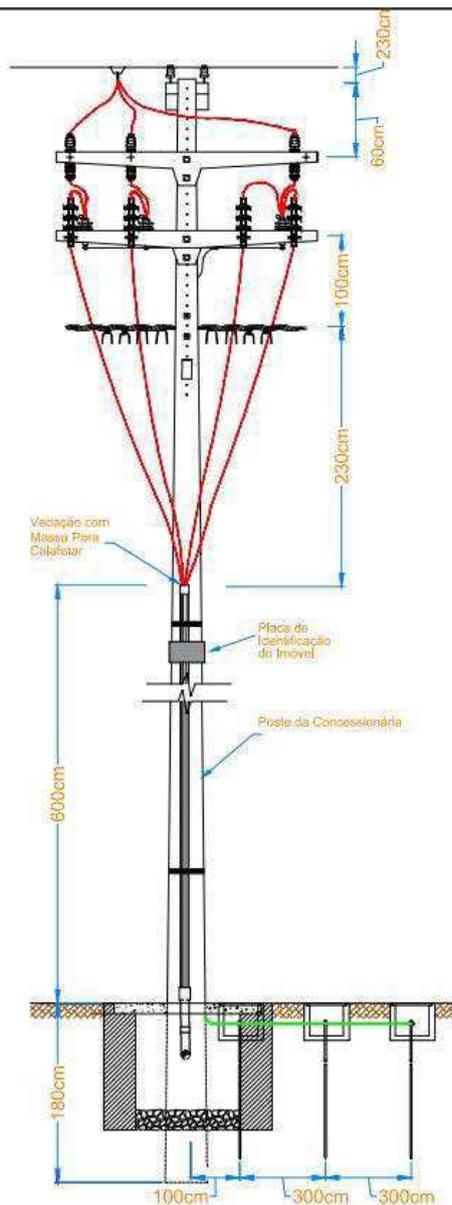


Fonte: Autoria própria

### 3.1.2 DETALHES DA OBRA

A entrada é feita em MT 13,8 kV com o poste de entrada da concessionária. A execução deve seguir os padrões estabelecidos pela Energisa Borborema (Energisa, 2018). Na Figura 3 é mostrado o diagrama do padrão de entrada para a subestação em questão.

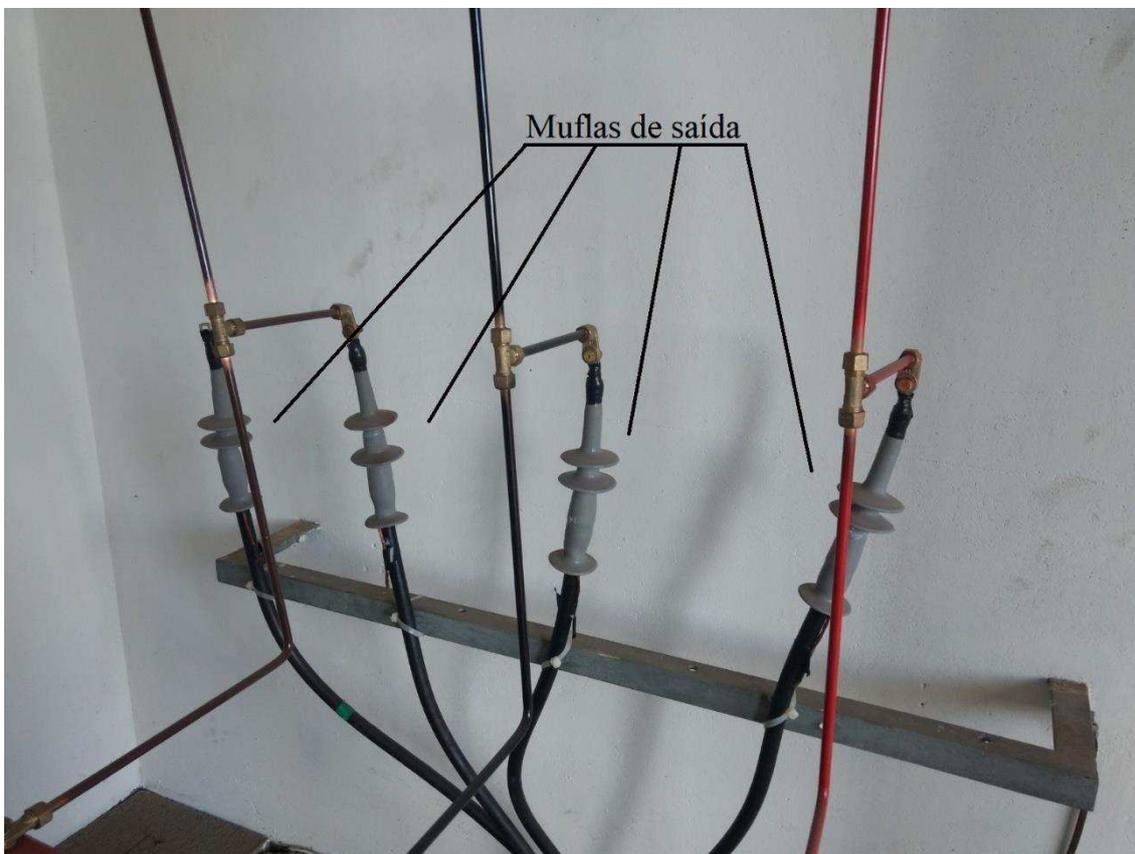
Figura 3: Vista frontal da entrada subterrânea.



Fonte: (Energisa, 2018).

A entrada de energia no cubículo de medição é feita de forma subterrânea através de muflas nos terminais. Na Figura 4 é mostrada a entrega para a medição através das muflas de saída.

Figura 4: Muflas de saída.

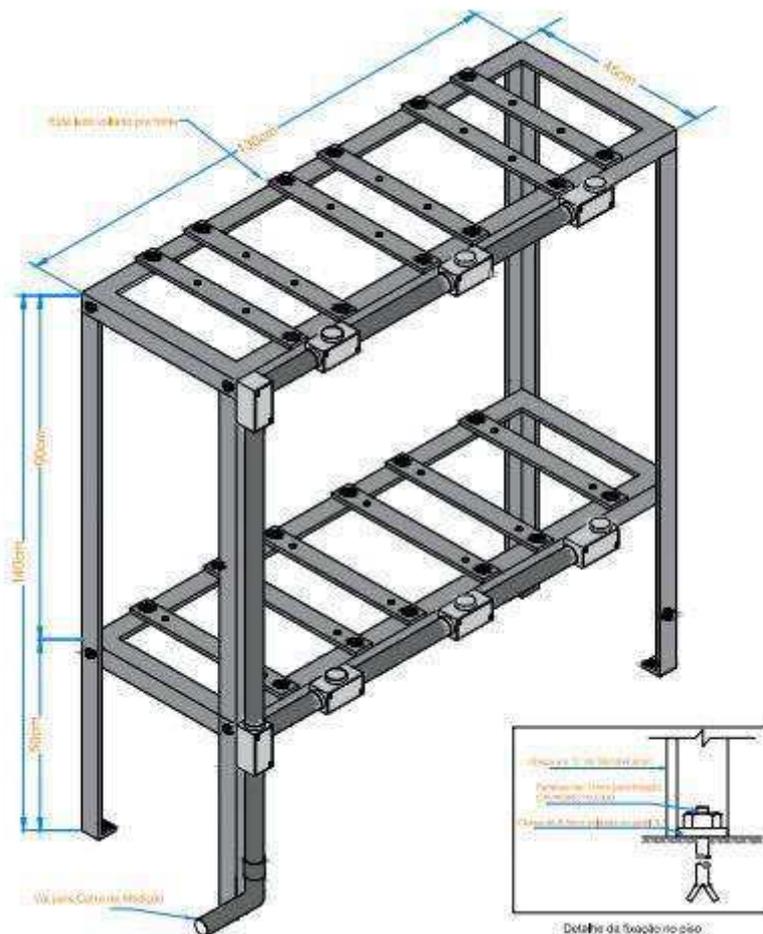


Fonte: Autoria própria.

É obrigatório o uso de muflas terminais, tanto na estrutura de derivação de ramal, como dentro da subestação (Energisa, 2018). O objetivo da mufla é fazer uma transição mais suave nos campos elétricos destas áreas, pois interrupções simples podem causar estresses no isolamento da transição.

Dentro do cubículo de medição estarão os transformadores de potencial e transformadores de corrente, bem como o cabeamento e isolamentos necessários. Os equipamentos de medição, transformadores de potencial e corrente, devem estar dispostos em suporte adequado conforme a Figura 5.

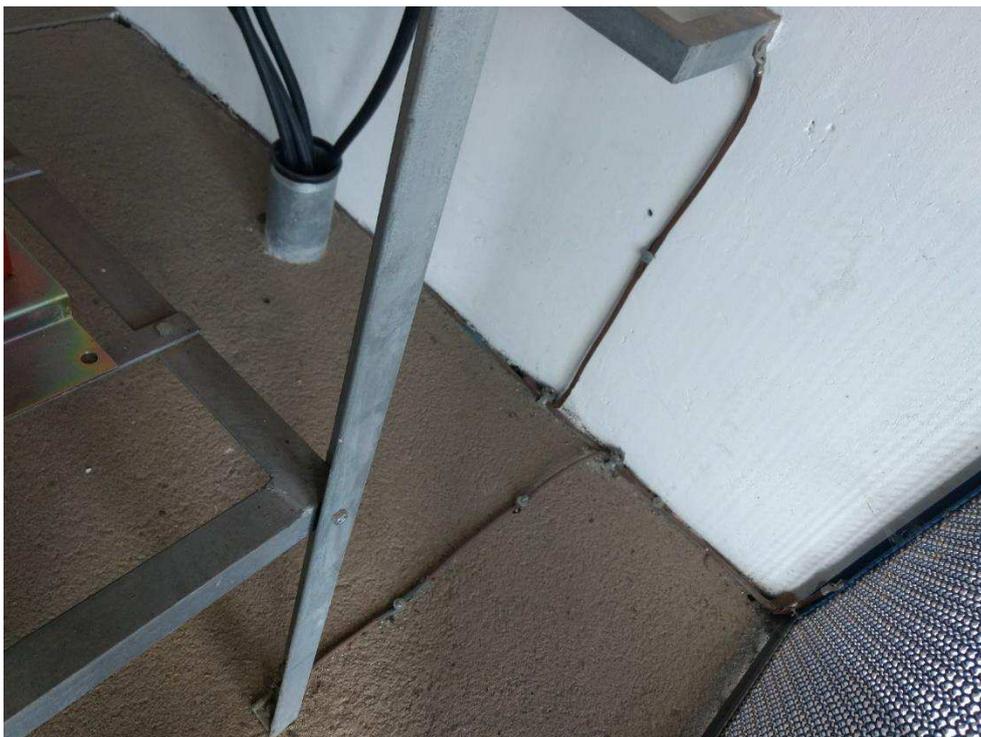
Figura 5: Suporte para instalação de TP's e TC's em 15 kV.



Fonte: (Energisa, 2018).

A prateleira deve estar devidamente aterrada, utilizando conector barra-chapa de bronze. Os detalhes do aterramento da prateleira realizado são exibidos na Figura 6 e os transformadores de potencial devidamente posicionados na prateleira com as ligações realizadas na Figura 7.

Figura 6: Detalhe do aterramento do suporte para TP's e TC's.



Fonte: Autoria própria.

Figura 7: TP's para medição de entrada em 15 kV.



Fonte: Autoria própria.

Assim como os transformadores de tensão, os transformadores de corrente também foram devidamente posicionados e conectados ao circuito de medição como mostrado na Figura 8.

Figura 8: TC's para medição de entrada em 15 kV.



Fonte: Autoria própria.

Após o circuito de medição, temos a bucha de passagem devido a necessidade de isolamento na transição de ambientes, conforme ilustra a Figura 9.

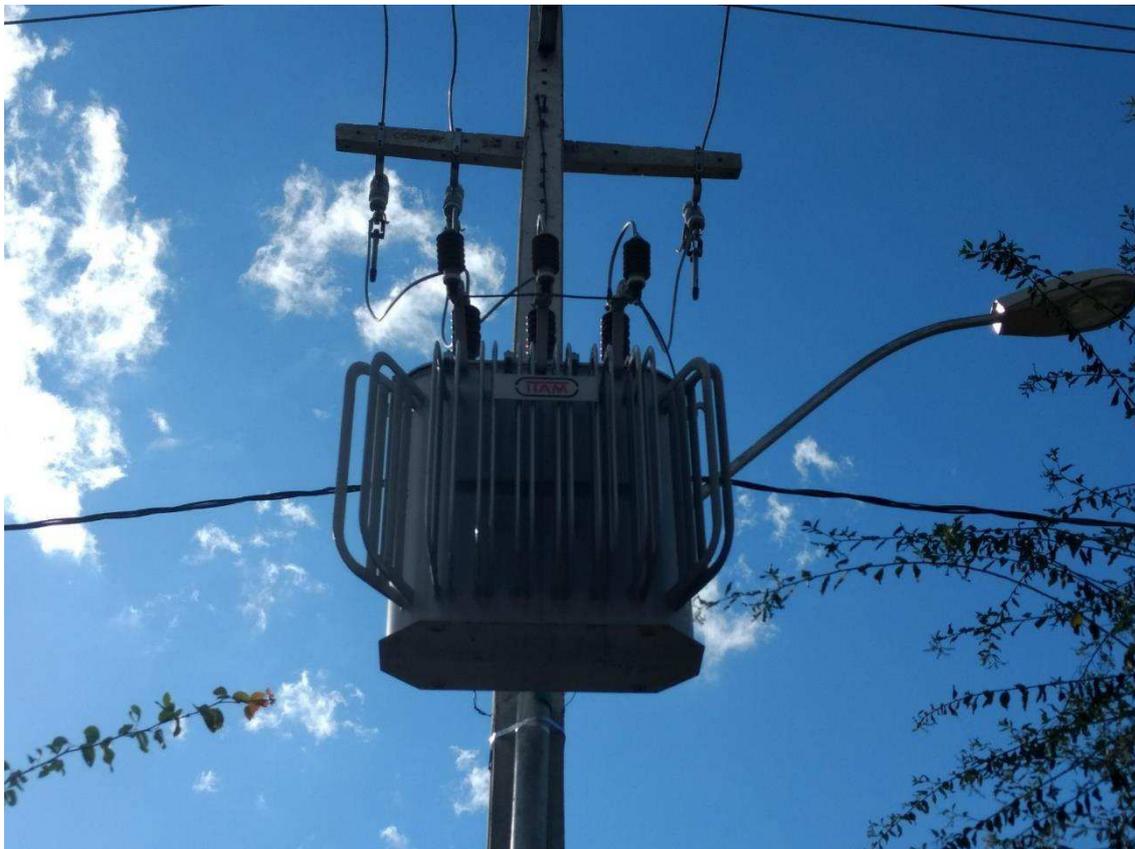
Figura 9: Bucha de passagem.



Fonte: Autoria própria.

O transformador instalado se encontra a aproximadamente 20 metros do cubículo de medição, localizado em poste com os equipamentos de proteção especificados. Na Figura 10 é mostrado o poste com o transformador instalado, junto com os para-raios e chave-fusível.

Figura 10: Transformador instalado.



Fonte: Autoria própria.

Até a data da visita, a concessionária não havia realizado a energização, isto aliado a pouca vigilância no local permitiu que pessoas furtassem grande parte do cabeamento, inclusive do sistema de aterramento.

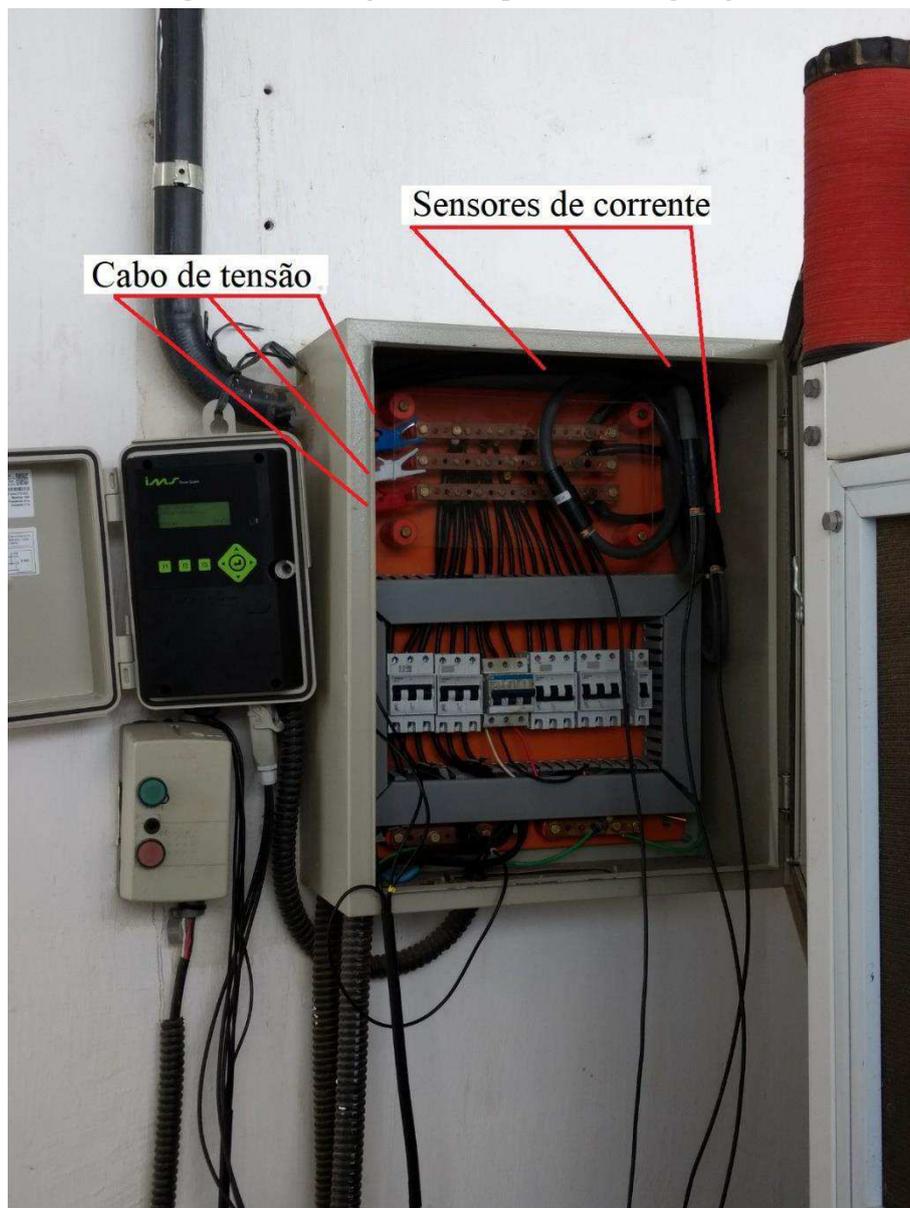
## 3.2 MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA DE UMA FÁBRICA

A empresa não conta com funcionários capacitados a programar o equipamento analisador de energia recém adquirido. Desta maneira, como atividade realizada, foi necessária familiarização com o equipamento nos aspectos de programação e instalação do mesmo. Durante o período de 3 semanas foi realizada uma análise do consumo de energia em uma fábrica de garrações, tanto o consumo geral foi medido quanto o consumo individual das 4 máquinas de maior demanda. Os relatórios produzidos com auxílio do *software* que acompanha o analisador de rede encontram-se no Apêndice deste trabalho.

Devido às grandezas de interesse, foram selecionados os blocos denominados Energia, Demanda, Instantâneos e Estáticos. Os blocos representam um conjunto de grandezas selecionadas que serão registradas na memória do equipamento durante o período de análise. O modo de gravação escolhido foi o linear com múltiplas áreas, permitindo a separação das medições de diferentes aparelhos em áreas distintas da memória. O modo de operação escolhido foi de data e hora, permitindo selecionar data e hora tanto do início dos registros quanto do término. Por fim, o tempo de amostragem escolhido foi de 15 minutos, visando o bom gerenciamento da memória do equipamento.

A primeira medição individual foi realizada na máquina de refrigeração, iniciada no dia 15 de outubro às 11:30 e terminada no dia 17 de outubro as 10:30. O analisador foi instalado no quadro do equipamento como é ilustrado na Figura 11.

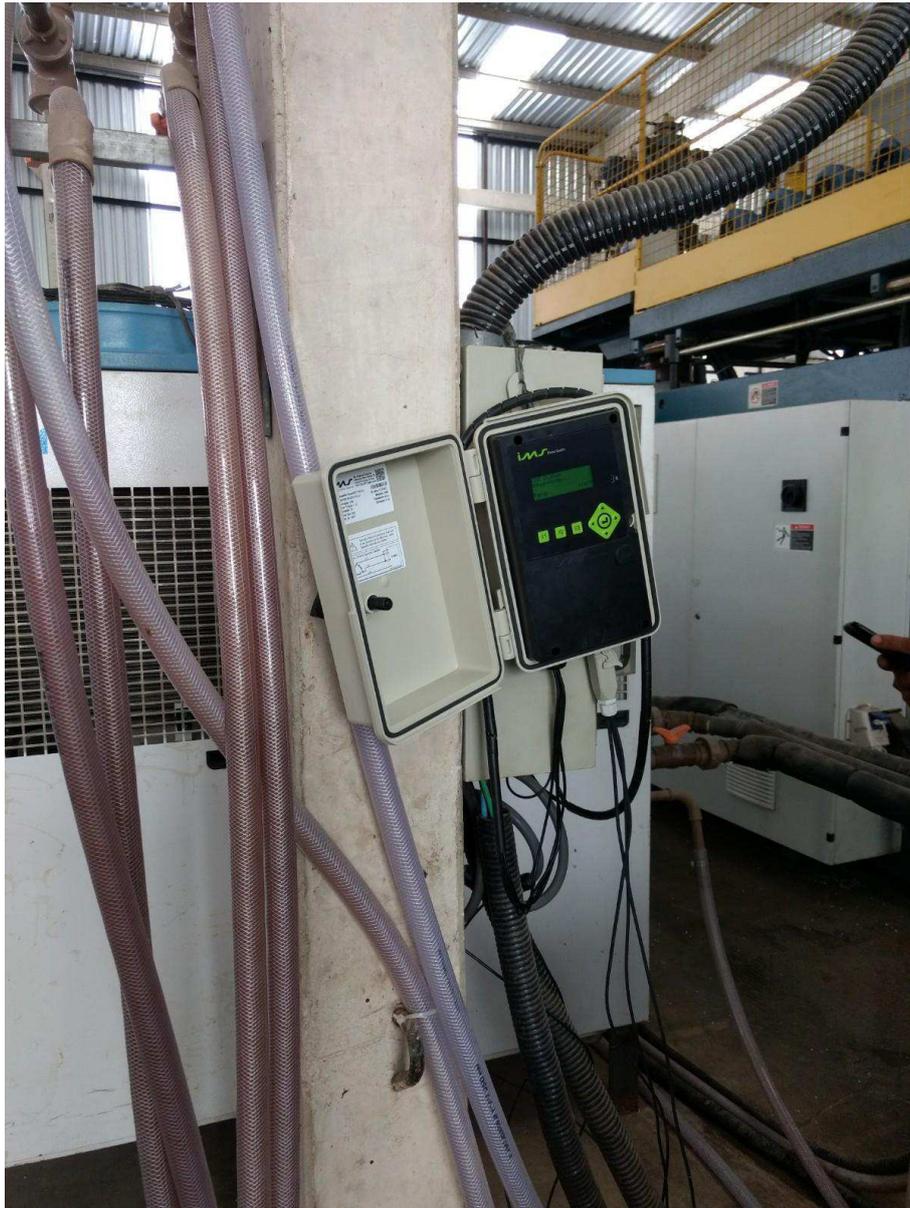
Figura 11: Medição na máquina de refrigeração.



Fonte: Autoria própria.

A segunda medição foi realizada na máquina de tampas, iniciada no dia 17 de outubro às 11:30 e terminada no dia 19 de outubro às 10:30. A instalação do equipamento é ilustrada na Figura 12.

Figura 12: Medição na máquina de tampa.



Fonte: Autoria própria.

A terceira medição foi realizada na máquina de garrafão, sendo a máquina de maior potência nominal da instalação. A medição foi iniciada no dia 19 de outubro às 11:30 e terminada no dia 22 de outubro às 11:00. O analisador foi instalado dentro do quadro de controle da máquina como exibido na Figura 13.

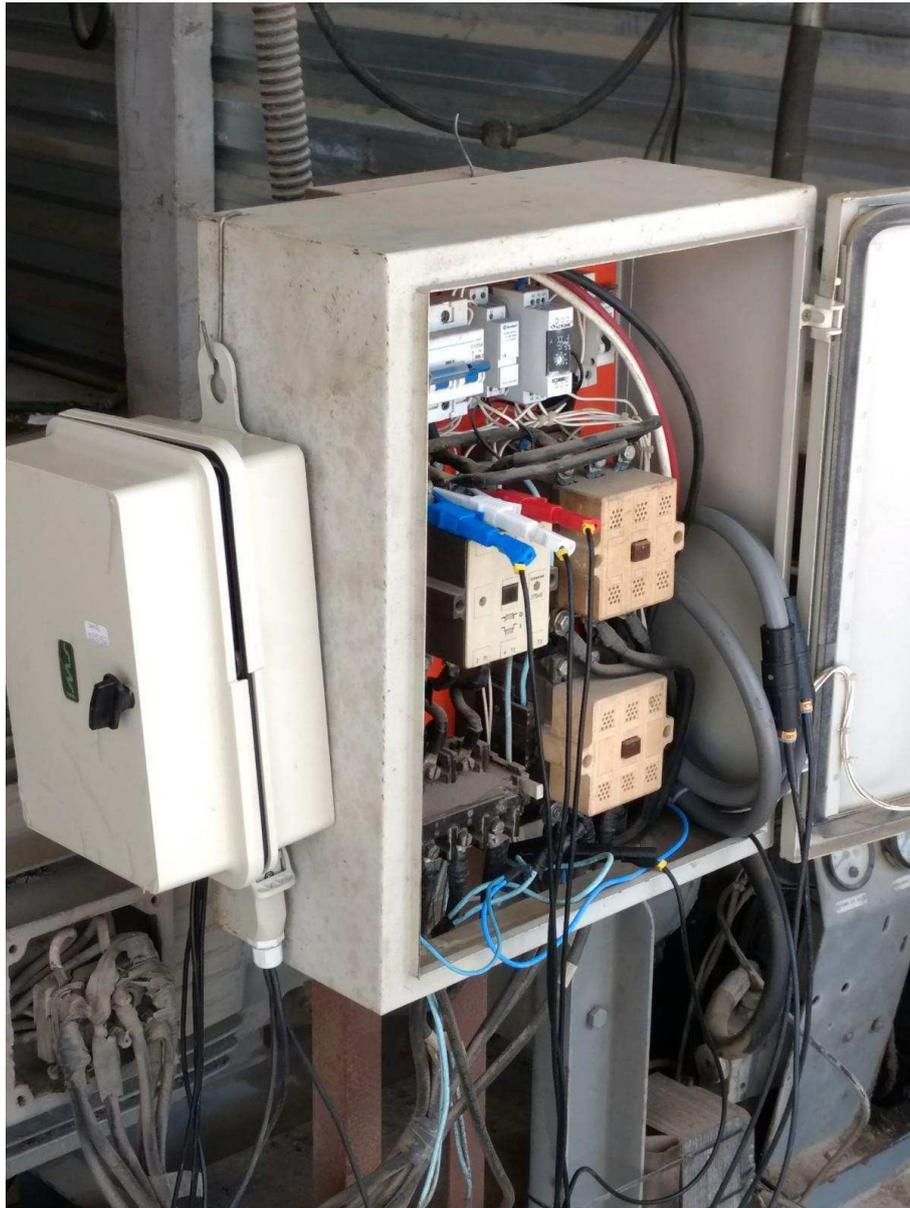
Figura 13: Medição na máquina de garrafão.



Fonte: Autoria própria.

A última medição foi realizada no compressor da fábrica, iniciada no dia 22 de outubro às 11:45 e terminada no dia 24 de outubro às 11:15.

Figura 14: Medição no compressor.

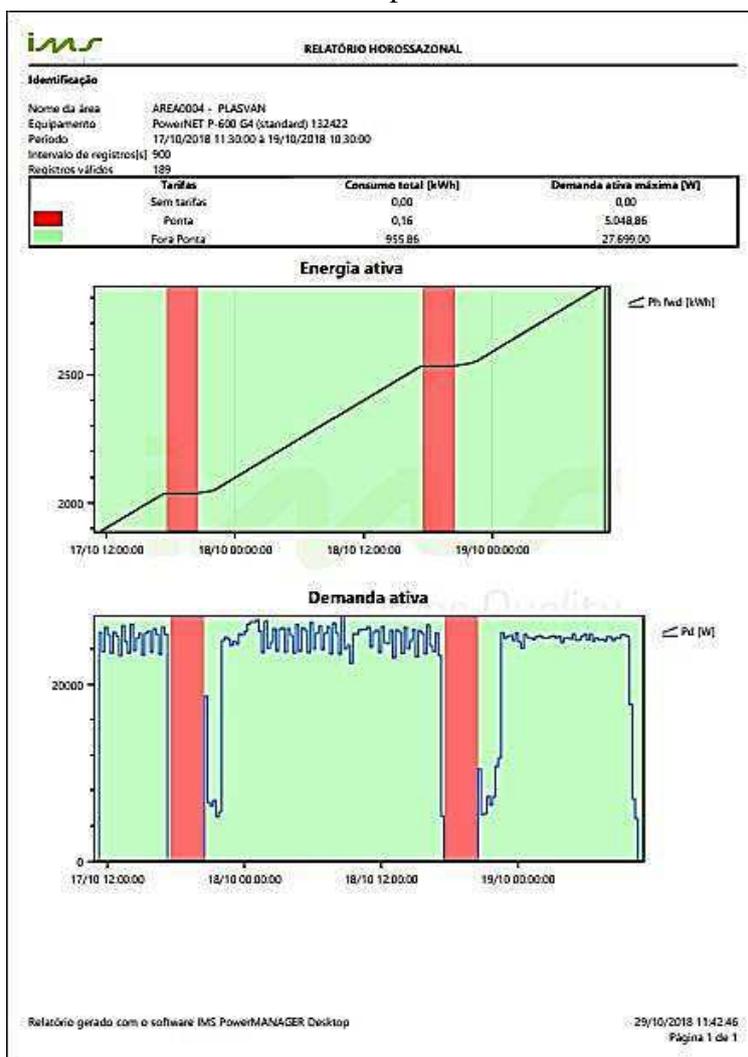


Fonte: Autoria própria.

Todas as medições foram planejadas para durar dois dias, com exceção da máquina de garrafão que incluiu o final de semana. Idealmente as medições deveriam durar exatamente 48 horas, entretanto devido a dependência da presença do eletricitista da fábrica durante as instalações do analisador, esse requisito não foi atendido. A instalação foi realizada pelo técnico da empresa, devido a necessidade de experiência em operar em quadros energizados, com auxílio do estagiário. A configuração e operação do analisador foi realizada pelo estagiário, bem como verificar a validade das grandezas medidas, configurar o período de medição e adicionar novas áreas a memória.

Terminada todas as medições, o analisador foi levado a sede da empresa para a coleta dos dados. As informações armazenadas foram transferidas para um computador com auxílio do *software* do equipamento, o *PowerMANAGER Desktop*. Com dos dados coletados, é possível sintetizar relatórios referentes as grandezas medidas com auxílio do *software*. É possível separar os dados coletados pela tarifa do horário correspondente, pois as distribuidoras podem diferir quanto aos horários de ponta e fora de ponta. O horário de ponta estabelecido pela Energisa Borborema compreende o período de 17:30 (dezessete horas e trinta minutos) até 20:29 (vinte horas e vinte e nove minutos), exclui-se sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi e feriados nacionais (Energisa, S/A). O relatório gerado sobre consumo e demanda segue o modelo da Figura 15.

Figura 15: Relatório gerado pelo PowerMANAGER Desktop referente a máquina de tampa.



Fonte: Autoria própria.

Nas tabelas 1, 2, 3 e 4 são apresentados alguns dos resultados do trabalho de medição realizado na fábrica de garrações.

Tabela 1 - Máquina de refrigeração.

<b>Máquina de refrigeração</b>		
<b>Início:</b> 15/10/2018 às 11:30		
<b>Término:</b> 17/10/2018 às 10:30		
<b>Consumo total</b>	<b>Consumo em fora de ponta</b>	<b>Consumo em ponta</b>
1588,36 kWh	1517,36 kWh	71,01 kWh

Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 - Máquina de tampa.

<b>Máquina de tampa</b>		
<b>Início:</b> 17/10/2018 às 11:30		
<b>Término:</b> 19/10/2018 às 10:30		
<b>Consumo total</b>	<b>Consumo em fora de ponta</b>	<b>Consumo em ponta</b>
956,02 kWh	955,86 kWh	0,16 kWh

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3 - Máquina de garrafão.

<b>Máquina de garrafão</b>		
<b>Início:</b> 18/10/2018 às 11:30		
<b>Término:</b> 22/10/2018 às 11:00		
<b>Consumo total</b>	<b>Consumo em fora de ponta</b>	<b>Consumo em ponta</b>
2104,89 kWh	2104,89 kWh	0 kWh

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 – Compressor.

<b>Compressor</b>		
<b>Início:</b> 22/10/2018 às 11:45		
<b>Término:</b> 24/10/2018 às 11:15		
<b>Consumo total</b>	<b>Consumo em fora de ponta</b>	<b>Consumo em ponta</b>
1266.70 kWh	1121,22 kWh	145,48 kWh

Fonte: Autoria própria.

## 4 CONCLUSÃO

Ao longo do estágio foi possível aplicar o conteúdo acadêmico assimilado à vivência diária de um engenheiro em campo, com isso alinhar o conhecimento teórico ao prático. Portanto o estágio torna-se uma experiência imprescindível na formação de um engenheiro que se destine a atuar no setor elétrico, uma vez que o convívio diário com profissionais mais experientes e de áreas distintas proporciona um processo de aprendizagem à medida que o estudante tem a possibilidade de assimilar e desenvolver novas habilidades.

A convivência em escritório também destacou a importância do lado empreendedor, habilidade dificilmente desenvolvida durante a vida acadêmica. Sendo assim, a importância do estágio fica mais uma vez evidenciada, pois o mercado de trabalho requer habilidades além daquelas adquiridas no curso.

Durante as visitas às subestações foi possível desenvolver os conhecimentos adquiridos nos cursos de Equipamentos Elétricos, Instalações Elétricas, Proteção de Circuitos Elétricos. Da mesma forma, durante o estudo do analisador de energia do tipo qualímetro foi utilizado conhecimentos adquiridos no curso de Eletrônica de Potência.

Destaca-se ainda a importância do conhecimento acerca das normas referentes a instalações elétricas. Durante o estágio foi essencial o entendimento da norma de distribuição unificada NDU 002, a qual regulamenta instalações elétricas industriais (carga instalada superior a 75 kW). Esta apresenta diretrizes e requisitos mínimos que servem como orientação para os profissionais da área.

## Referências

Célia Moura de Moura Carvalho, C., Emília de Lima Tostes, M., Santos de Lima, Á. & Henrique Dias de Souza, J., 2017. Comparação de medidores de qualidade da energia elétrica quanto à Distorção Harmônica.

CEPEL, 2017. *Análise de Qualidade de Energia Elétrica*. [Online]  
Available at: <http://www.cepel.br/produtos/servicos-tecnicos/analise-de-qualidade-de-energia-eletrica.htm>

Energisa, 2018. *Norma de Distribuição Unificada - 002*. [Online]  
Available at: <https://www.energisa.com.br/Normas%20Tcnicas/NDU%20002%20-%20Fornecimento%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%20em%20Tens%C3%A3o%20Prim%C3%A1ria%20V5.pdf>

Filho, J. M., 2015. *Instalações Elétricas Industriais*. s.l.:Grupo- Gen-LTC.

IMS, 2016. *PowerNET P-600 G4*. [Online]  
Available at: <http://www.ims.ind.br/produto-detalhe/powernet-p-600-g4>

# APÊNDICE A – RELATÓRIOS DO POWERMANAGER DESKTOP



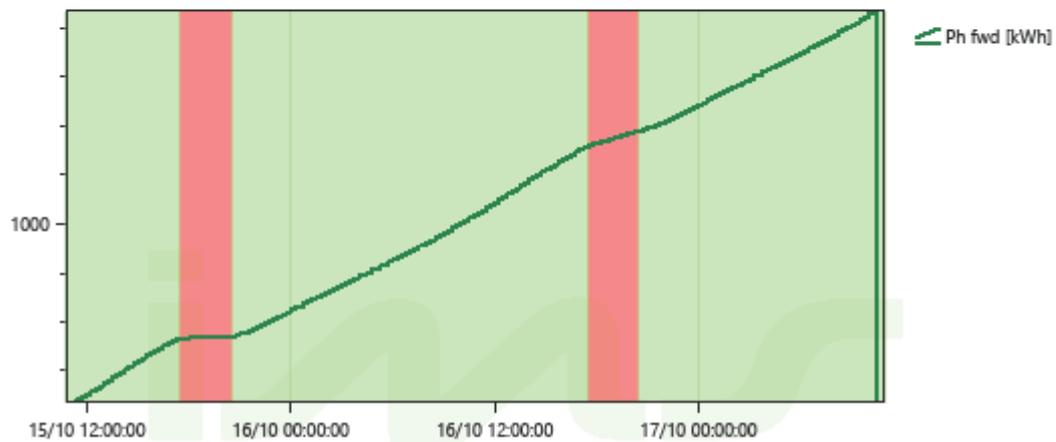
## RELATÓRIO HOROSSAZONAL

### Identificação

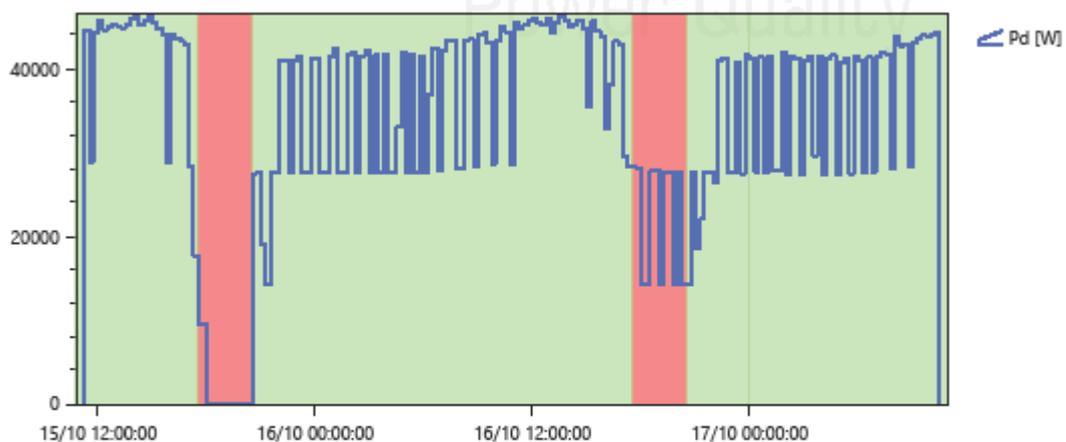
Nome da área AREA0003 - PLASVAN  
 Equipamento PowerNET P-600 G4 (standard) 132422  
 Período 15/10/2018 11:30:00 à 17/10/2018 10:30:00  
 Intervalo de registros[s] 900  
 Registros válidos 189

Tarifas	Consumo total [kWh]	Demanda ativa máxima [W]
Sem tarifas	0,00	0,00
Ponta	71,01	28.325,54
Fora Ponta	1.517,35	46.508,63

### Energia ativa



### Demanda ativa





## RELATÓRIO HOROSSAZONAL

## Identificação

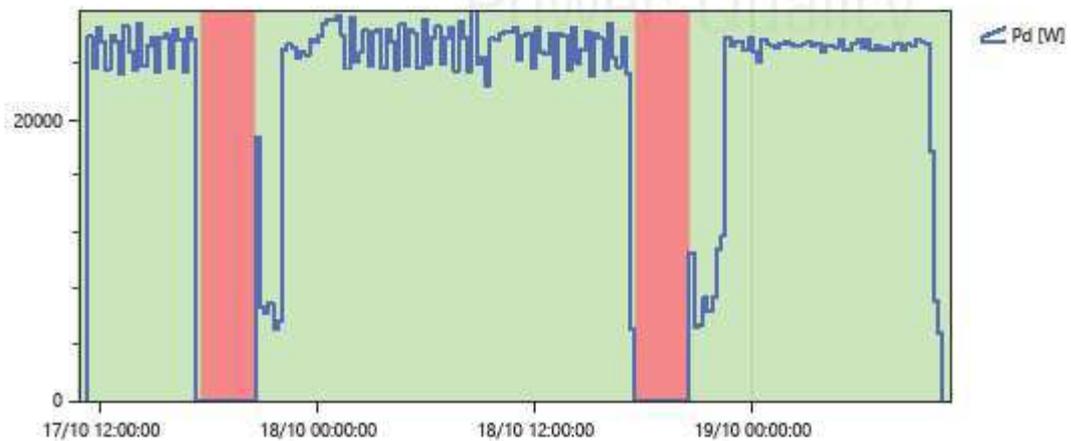
Nome da área AREA0004 - PLASVAN  
 Equipamento PowerNET P-600 G4 (standard) 132422  
 Período 17/10/2018 11:30:00 à 19/10/2018 10:30:00  
 Intervalo de registros[s] 900  
 Registros válidos 189

Tarifas	Consumo total [kWh]	Demanda ativa máxima [W]
Sem tarifas	0,00	0,00
Ponta	0,16	5.048,86
Fora Ponta	955,86	27.699,00

## Energia ativa



## Demanda ativa





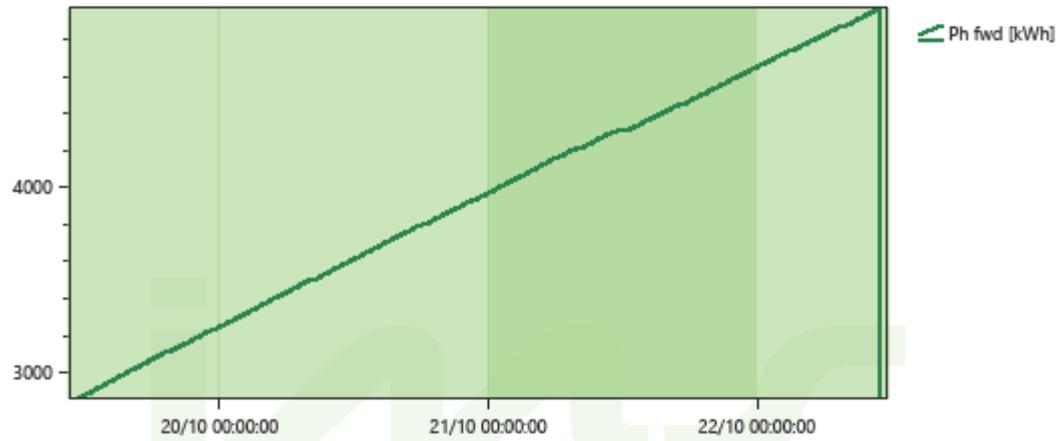
## RELATÓRIO HOROSSAZONAL

## Identificação

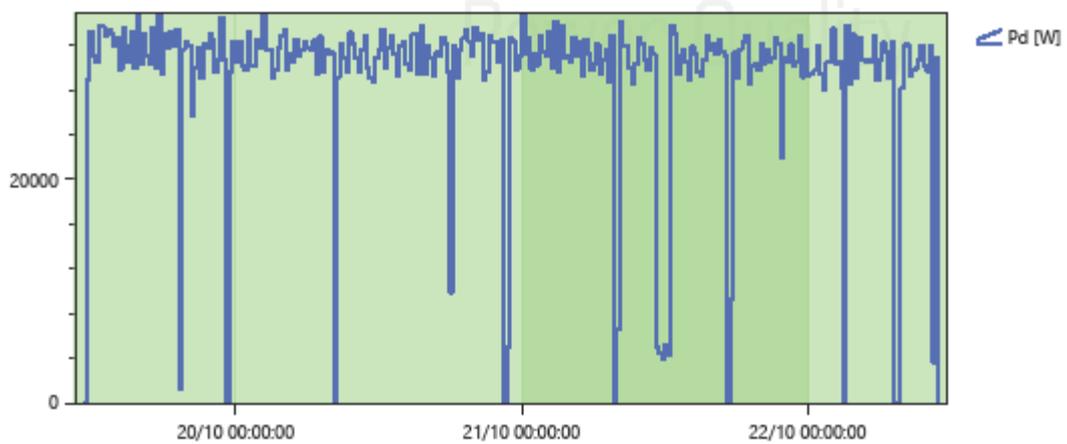
Nome da área AREA0005 - PLASVAN  
 Equipamento PowerNET P-600 G4 (standard) 132422  
 Período 19/10/2018 11:30:00 à 22/10/2018 11:00:00  
 Intervalo de registros[s] 900  
 Registros válidos 287

Tarifas	Consumo total [kWh]	Demanda ativa máxima [W]
Sem tarifas	0,00	0,00
Fora Ponta	2.104,89	34.905,41

## Energia ativa



## Demanda ativa





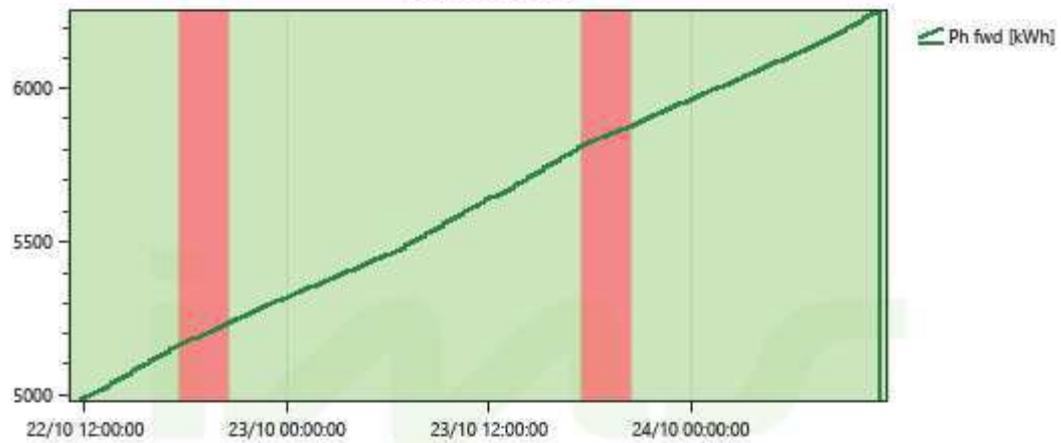
## RELATÓRIO HOROSSAZONAL

## Identificação

Nome da área AREA0006 - PLASVAN  
 Equipamento PowerNET P-600 G4 (standard) 132422  
 Período 22/10/2018 11:45:00 à 24/10/2018 11:15:00  
 Intervalo de registros[s] 900  
 Registros válidos 191

	Tarifas	Consumo total [kWh]	Demanda ativa máxima [W]
	Sem tarifas	0,00	0,00
	Ponta	145,48	33.416,38
	Fora Ponta	1.121,22	35.326,61

## Energia ativa



## Demanda ativa

