



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

GABRIEL QUIRINO FECHINE

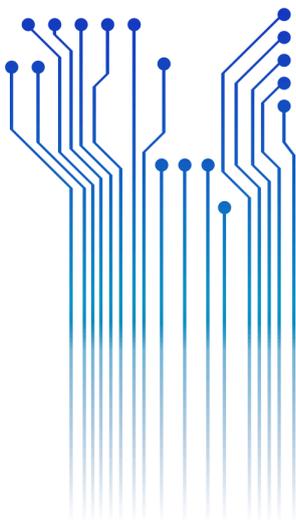


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO
BORBOREMA ENERGÉTICA S.A.



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2018

GABRIEL QUIRINO FECHINE

BORBOREMA ENERGÉTICA S.A.

*Relatório de Estágio Integrado 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

GABRIEL QUIRINO FECHINE
BORBOREMA ENERGÉTICA S.A.

*Relatório de Estágio Integrado 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 13/08/2018

Professor Ronimack Trajano de Souza, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Vitória Quirino, por tudo que fez e faz por mim, com muito amor e carinho. A base e educação que me proporcionou foi o que me fez alcançar esta etapa.

Ao meu pai, Geovane Fachine, que sempre foi um exemplo pra mim e esteve presente em todas as etapas da minha vida, me auxiliando sempre que precisei.

À minha tia, madrinha e segunda mãe, Joseana Fachine, por todo o suporte que me deu durante toda minha vida, além de ter me influenciado a buscar essa profissão e me ajudado durante todo o curso. Além disso, pelo brilhante papel exercido como coordenadora do projeto GASIS3, liderando a equipe com um profissionalismo único.

À minha irmã, Mariana, pelo companheirismo e parceria ao longo da vida; ao meu irmão Guilherme, aos meus avós Daísa e José, meus tios e toda a minha família que me ajudou a chegar até aqui.

À minha namorada e companheira, Jordana, pelo convívio diário, amor e carinho que foram essenciais para a conclusão dessa etapa das nossas vidas, juntos.

Aos amigos que Elétrica me deu a oportunidade de conhecer: Marcus, Yuri, Igor, Klynger, Isaac, Vinícius, Rafael, Arthur e tantos outros. A luta diária nesse curso foi mais fácil graças a vocês.

À Borborema Energética S.A. e a todos os funcionários que pude conviver nesses últimos meses, em especial a: Ricardo Schneeweis, André Bruce, Emmanuel Sena, Natália Albuquerque, Leonam Dias, Alexandre Farias, Antônio Nilton e Rafael Barbosa.

A todos os colegas do projeto GASIS3, em especial a Ícaro Leal, Bruno Rafael, Nicolas Gabriel e Marta Laís.

Ao meu professor e orientador Célio Anésio, por todos os ensinamentos durante as disciplinas em que fui seu aluno e pelas orientações ao longo desses últimos meses.

Aos professores e funcionários do DEE que me auxiliaram durante essa jornada, em especial a Adail e Tchai, que foram fundamentais nesse processo.

RESUMO

Neste documento estão relatadas as atividades realizadas durante o estágio integrado do aluno Gabriel Quirino Fechine, graduando em Engenharia Elétrica na UFCG, na Borborema Energética S.A., usina termoelétrica localizada em Campina Grande – PB. O estágio foi realizado no período de abril a agosto de 2018, sob supervisão do Eng. Ricardo Schneeweis de Farias e sob orientação do Prof. Dr. Célio Anésio.

Palavras-chave: Borborema Energética S.A., Usina Termoelétrica, Estágio Integrado.

ABSTRACT

In this document, are described the activities done during the internship of Gabriel Quirino Fechine, undergraduate student in Electrical Engineering on UFCG, on Borborema Energética S.A., a thermoelectric power plant located in Campina Grande – PB. The internship took course from april to august/18, under the supervision of Eng. Ricardo Schneeweis de Farias and with guidance of Prof. Dr. Célio Anésio.

Keywords: Borborema Energética S.A., Thermoelectric Power Plant, Internship.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Logomarca da Borborema Energética S.A.....	2
Figura 2 - Visão Geral da Borborema Energética S.A.....	2
Figura 3 - Sala de Controle da BESA.	3
Figura 4 - Exemplo de captura de tela do WOIS.	4
Figura 5 - Sala de Máquinas da BESA.....	5
Figura 6 - Painéis da Sala de Média Tensão.	6
Figura 7 - Subestação 230 kV na BESA.	6
Figura 8 - Visão geral do sistema GASIS 3.	8
Figura 9 - CubieTruck utilizado no sistema de transmissão de dados.	10
Figura 10 - Carrinho de ferramentas organizado.....	11
Figura 11 – Ferramentas cadastradas no sistema.	12
Figura 12 - Teste de sensores de temperatura do motor.....	15
Figura 13 - Gráfico gerado no teste do sensor de temperatura.....	15
Figura 14 - Bomba de pressão FLUKE 700G.	16
Figura 15 - Disjuntor do barramento removido.....	17
Figura 16 - Disjuntor da máquina 12 removido.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros do motor Wärtsilä 20V32.....	4
Tabela 2 - Detalhamento percentual das contas de consumo de energia.....	13
Tabela 3 - Demanda de potência não consumida (kW).....	13

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BESA	Borborema Energética S.A.
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
DEE	Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GASIS	<i>Gases Intelligent Sensing</i>
LInCE	Laboratório de Inteligência Computacional em Bio Energia
MARACANAÚ	Maracanaú Geradora de Energia S.A.
MV	<i>Medium Voltage</i>
ONS	Operador Nacional do Sistema
STI	Subsistema de Transmissão da Informação
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
WOIS	<i>Wärtsilä Operator Interface System</i>

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
Abstract	vi
Lista de Ilustrações.....	vii
Lista de Tabelas.....	viii
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	ix
Sumário	x
1 Introdução	1
1.1 Objetivos do Estágio	1
1.2 Estrutura do Documento.....	1
2 A Empresa.....	2
2.1 Setores da Usina.....	3
2.1.1 Sala de Controle	3
2.1.2 Sala de Máquinas	4
2.1.3 Oficina Mecânica	5
2.1.4 Sala de Média Tensão	5
2.1.5 Subestação 230 kV.....	6
3 Fundamentação Teórica.....	7
3.1 Projeto GASIS 3.....	7
3.2 Definições de Fornecimento de Energia Elétrica	8
3.3 O <i>Overhaul</i>	9
4 Atividades Realizadas.....	10
4.1 Desenvolvimento do Sistema GASIS 3.....	10
4.2 Desenvolvimento do Sistema de Controle do Almojarifado.....	11
4.3 Análise do Consumo de Energia na BESA	12
4.4 Acompanhamento de Atividades do <i>Overhaul</i>	14
4.5 Acompanhamento da Equipe de Manutenção	16
5 Conclusões	19
6 Referências Bibliográficas	20

1 INTRODUÇÃO

Neste documento relata-se as atividades desenvolvidas no estágio integrado do estagiário Gabriel Quirino Fechine, aluno do 11º período do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O estágio foi realizado na usina termoelétrica Borborema Energética S.A., localizada em Campina Grande-PB, na modalidade de estágio integrado, de 16 de abril a 10 de agosto de 2018, totalizando 668 horas.

O estágio foi realizado por meio do projeto P&D GASIS – Fase 3 (*GASes Intelligent Sensing*) - Código ANEEL PD06471 0003/2017, que é fruto de um convênio entre a Borborema Energética S.A. (BESA), Maracanaú Geradora de Energia S. A., a UFCG e a Fundação Parque Tecnológico da Paraíba. O estagiário também é membro bolsista do referido projeto, desde junho de 2017.

1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

Os principais objetivos para o estágio integrado foram:

- Acompanhamento das atividades operacionais da planta da BESA;
- Acompanhamento da manutenção dos motores (*overhaul*);
- Desenvolvimento de atividades do projeto GASIS – Fase 3 (manutenção de equipamentos, melhorias na infraestrutura, alterações em scripts de aquisição de dados).

1.2 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este documento está dividido em seções, sendo a introdução a primeira seção, a descrição da empresa e de seus principais setores a segunda seção, a fundamentação teórica a terceira seção, a descrição das atividades realizadas a quarta seção, as conclusões na quinta seção e, por fim, as referências bibliográficas na sexta seção.

2 A EMPRESA

Como já citado, o local de realização do estágio foi a Borborema Energética S.A. (BESA), localizada em Campina Grande/PB, inaugurada em 2011, cuja logomarca está apresentada na Figura 1 e uma visão panorâmica da usina pode ser vista na Figura 2. A usina possui uma capacidade instalada de 169 MW e atende a 36 distribuidoras, em vários estados do Brasil (BORBOREMA ENERGÉTICA, 2017).

Figura 1 - Logomarca da Borborema Energética S.A..

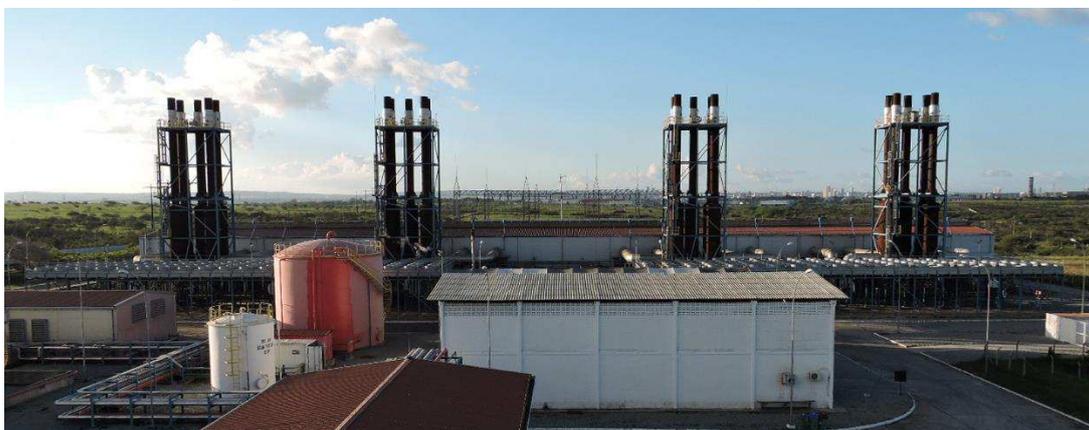


Fonte: BORBOREMA ENERGÉTICA (2017).

A empresa faz parte do grupo Bolognesi, que atua em várias frentes, como: construção civil, geração de energia, projetos de tratamento de água, entre outros. Atualmente, o grupo possui usinas térmicas, eólicas, hidrelétricas e de biomassa, totalizando 1.200 MW, com estimativa de atingir 4.000 MW em 2019 (BOLOGNESI, 2017).

Os motores utilizados na BESA são da empresa finlandesa Wärtsilä, que atua no Brasil desde 1990, com cerca de 700 funcionários em oito estados: Rio de Janeiro, Amazonas, Rondônia, Paraíba, Ceará, Maranhão e Espírito Santo. Ao todo, estão presentes no país em 29 usinas termoelétricas, totalizando mais de 2,5 GW de potência instalada (WÄRTSILÄ, 2017).

Figura 2 - Visão Geral da Borborema Energética S.A..



Fonte: BORBOREMA ENERGÉTICA (2017).

2.1 SETORES DA USINA

A BESA, a exemplo de outras empresas do ramo, é dividida em diversos setores: prédio administrativo, almoxarifado, sala de controle, laboratório químico, laboratório elétrico, oficina mecânica, sala de máquinas, sala de média tensão, sala de baixa tensão, subestação de 13,8 kV, subestação de 230 kV. A seguir, serão resumidamente descritos os principais setores.

2.1.1 SALA DE CONTROLE

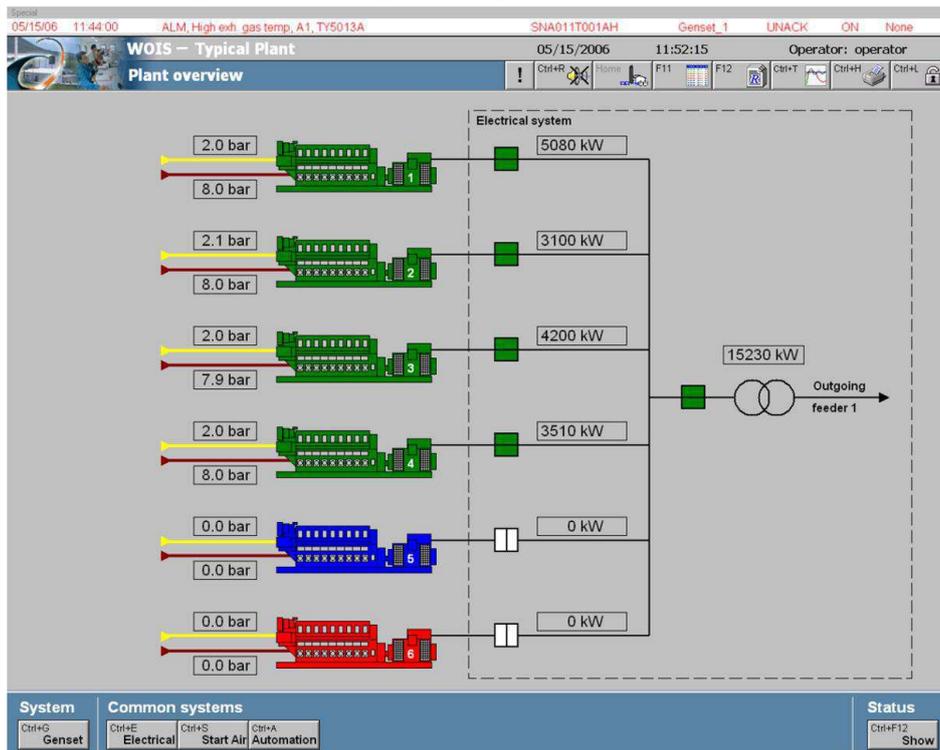
A sala de controle é o local onde ocorre todo o controle da operação da usina: partida e parada de motores, monitoramento de sensores, controle de auxiliares, válvulas, acionamento de disjuntores, dentre outros controles. A sala de controle pode ser vista na Figura 3. Todo este controle é realizado por meio do software WOIS (*Wärtsilä Operator Interface System*), que possui várias telas de monitoramento. Um exemplo de tela está mostrado na Figura 4, que consiste em uma captura de tela extraída do manual do WOIS, que mostra a visão geral de uma planta em operação. Na sala de controle também é realizada a comunicação da usina com o Operador Nacional do Sistema (ONS).

Figura 3 - Sala de Controle da BESA.



Fonte: O próprio autor.

Figura 4 - Exemplo de captura de tela do WOIS.



Fonte: WÄRTSILÄ (2017).

2.1.2 SALA DE MÁQUINAS

A geração de energia da BESA é realizada a partir de 20 unidades geradoras 20V32 da Wärtsilä, totalizando os 169 MW de capacidade instalada da usina. As especificações desta unidade geradora estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros da unidade geradora Wärtsilä 20V32.

Frequência	60 Hz
Velocidade	750 rpm
Potência Elétrica Nominal	8.730 kW
Taxa de Aquecimento	7.779 kJ/kWh
Eficiência Elétrica	46,2 %
Dimensões	13 x 3,3 x 4,3 m
Peso	130.000 kg
Combustível	HFO

Fonte: WÄRTSILÄ (2012).

Na sala de máquinas estão alocados os 20 grupos geradores, bem como válvulas, bombas, sensores, auxiliares e todos os equipamentos necessários à operação das máquinas. Na Figura 5 apresenta-se uma imagem da referida sala.

Figura 5 - Sala de Máquinas da BESA.



Fonte: BORBOREMA ENERGÉTICA (2017).

2.1.3 OFICINA MECÂNICA

Na oficina são executadas atividades de manutenção, como desmontagem, limpeza e montagem de peças, brunimento de camisas, retíficas, manutenções em cabeçotes, bombas injetoras, bicos injetores, etc.

A grande maioria das atividades de manutenção atualmente é realizada pelo próprio corpo técnico da BESA, sem necessidade de terceirização, reduzindo os custos dessas manutenções e fortalecendo a experiência do corpo técnico.

2.1.4 SALA DE MÉDIA TENSÃO

Na sala de média tensão estão localizados os painéis de média tensão, que abrigam os disjuntores, relés, dentre outros dispositivos que realizam a distribuição da saída dos geradores e dos barramentos.

Nesta sala estão alocados os painéis de saída individuais de cada gerador, assim como de um grupo de geradores para a linha de transmissão. Alguns destes podem ser vistos na Figura 6.

Figura 6 - Painéis da Sala de Média Tensão.



Fonte: O próprio autor.

2.1.5 SUBESTAÇÃO 230 kV

A tensão na saída dos geradores é de 13,8 kV, que é elevada para a tensão de 230 kV, a partir de dois transformadores que se encontram na subestação própria da usina, que interliga a BESA às linhas de transmissão da CHESF. A subestação ainda conta com disjuntores a SF₆, chaves-seccionadoras, transformadores de potencial (TP) e transformadores de corrente (TC) e para-raios. Na Figura 7 é apresentada uma imagem da subestação em questão.

Figura 7 - Subestação 230 kV na BESA.



Fonte: O próprio autor.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, será feito um embasamento de teóricos de alguns pontos fundamentais para a descrição das atividades do estágio, como: definição do projeto GASIS 3, conceitos necessários para a análise de consumo de energia e a explicação de como é feito o *overhaul* na BESA.

3.1 PROJETO GASIS 3

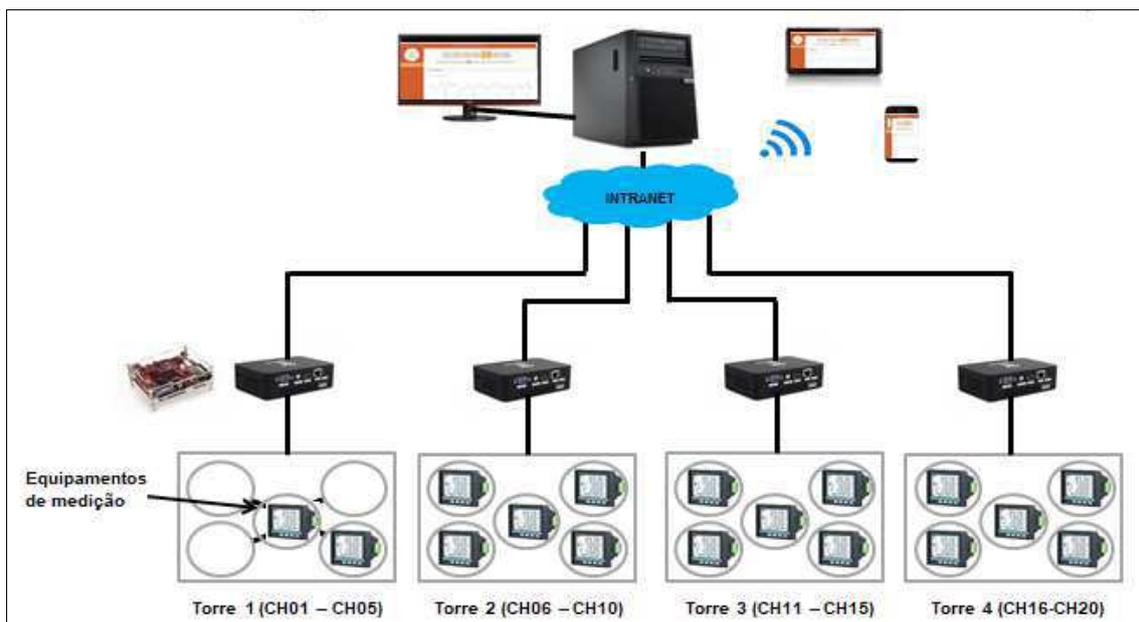
Está em execução na BESA, na forma de projeto P&D ANEEL, o GASIS (*Gases Intelligent Sensing*) – Fase 3 (aperfeiçoamento do Projeto GASIS – fases 1 e 2), denominado GASIS 3, que é fruto da parceria entre as usinas termoelétricas BESA e MARACANAÚ e a UFCG, por meio do LInCE (Laboratório de Inteligência Computacional em Bio Energia), sob coordenação da Prof^ª. Dra. Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo.

As fases 1 e 2 do projeto foram realizadas no período de 2012 a 2015 e a fase 3 está em execução desde 2017, com término em 2019. O objetivo do GASIS 3 é o desenvolvimento de um sistema para monitoramento contínuo (em tempo real) de emissões atmosféricas, por meio de equipamentos instalados em todas as chaminés da usina. Uma visão geral do sistema GASIS 3 está ilustrada na Figura 8.

A equipe do GASIS 3 é dividida em 3 equipes, responsáveis pelos subsistemas que compõem o sistema GASIS, a saber: equipe SPA (Subsistema de Processamento, Armazenamento e Apresentação), voltada para área da Ciência da Computação, equipe SMC (Subsistema de Medição e Coleta), voltada para a área da Engenharia Mecânica e a equipe STI (Subsistema de Transmissão da Informação), voltada para a área da Engenharia Elétrica.

O membro Gabriel Quirino faz parte da equipe STI, cujo principal objetivo é garantir que os dados das medições realizadas pelos equipamentos instalados no topo das torres sejam transmitidos e armazenados para visualização em um sistema *web*. Para tanto, a equipe é responsável pelo projeto, desenvolvimento, operação e manutenção do mecanismo para coleta e transmissão das informações coletadas a partir dos equipamentos de medição instalados no topo das torres.

Figura 8 - Visão geral do sistema GASIS 3.



Fonte: (de ARAÚJO, et al., 2018).

3.2 DEFINIÇÕES DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Uma das atividades realizadas durante o estágio, foi a análise de contas de consumo de energia, para tal foram necessários estudos de algumas definições úteis, que estão descritas a seguir. Estes conceitos foram retirados da resolução normativa N° 414/10 da ANEEL (ANEEL, 2010).

- **Demanda:** Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reactivo (kVAr), respectivamente;
- **Demanda Contratada:** Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW);
- **Demanda de Ultrapassagem:** Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada. Expressa em quilowatts (kW);

- **Demanda Não-Consumida:** é resultado da subtração entre a demanda contratada e a demanda medida. Como a demanda contratada deve ser paga mesmo que não seja utilizada, esta parcela é faturada e tem altas tarifas;
- **Fator de potência:** razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado;

3.3 O *OVERHAUL*

O *Overhaul* consiste em uma manutenção geral realizada nos motores, de acordo com o plano de manutenção especificado pelo fabricante. As revisões são baseadas no tempo acumulado de operação dos motores (quantidades de horas operadas - horímetro).

No caso do *overhaul* realizado na BESA, foram feitas as revisões correspondentes a 12.000 e 16.000 h, o que inclui trabalhos de desmontagem, limpeza, correções, dimensionamentos e teste dos motores e de seus auxiliares.

Das 20 máquinas da BESA, 15 tiveram seus *overhaul* realizados por uma empresa terceirizada. Porém, buscando reduzir os custos e melhorar a qualidade da manutenção, a empresa decidiu primarizar o *overhaul* das últimas 5 máquinas restantes. Esta medida proporcionou grande redução dos custos destas manutenções, bem como aperfeiçoamento da sua equipe.

O planejador de manutenção tem sob sua responsabilidade a elaboração e gestão do projeto do *overhaul*, bem como o controle de suas etapas, buscando garantir que este ocorra dentro do esperado.

As atividades do *overhaul* na BESA foram divididas nas seguintes etapas:

- Inspeção e manobras operacionais;
- Desmontagem do motor;
- Serviços de oficina;
- Mecânica do motor;
- Elétrica/automação;
- Montagem e
- Testes e entrega.

Na descrição das atividades, será relatado quais atribuições foram designadas durante o estágio, no âmbito do *overhaul*.

4 ATIVIDADES REALIZADAS

As atribuições do estágio integrado foram divididas em atividades do GASIS 3 e do estágio na BESA, da seguinte forma: inicialmente, três dias da semana (terça, quarta e quinta) foram dedicados à BESA e dois dias (segunda e sexta) ao GASIS 3. Porém, no último mês de estágio, tornou-se necessário dedicar mais um turno para a BESA, totalizando sete turnos para a BESA e três para o GASIS 3.

A seguir, serão descritas as principais atividades desenvolvidas no estágio.

4.1 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA GASIS 3

No desenvolvimento do sistema, a equipe STI é responsável pela infraestrutura para transmissão de dados em ambientes industriais (uso do protocolo *Modbus*), elaboração de código para processamento automático dos dados (*scripts* elaborados em Linguagem C). Os *scripts* foram desenvolvidos em linguagem C e implementam funções como: estabelecimento da conexão *Modbus*, seleção dos registradores a serem transmitidos, interpretação do conteúdo destes registradores e salvamento em arquivos. Os códigos executam em um equipamento de pequeno porte (CubieTruck), ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - CubieTruck utilizado no sistema de transmissão de dados.



Fonte: CUBIEBOARD (2018).

Durante o estágio, foram realizadas várias manutenções e melhorias no sistema de transmissão, como: manutenções nos equipamentos, ajustes nos códigos, melhorias na infraestrutura, entre outras atividades.

4.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE CONTROLE DO ALMOXARIFADO

A primeira atividade do estágio integrado na BESA foi o auxílio na implementação do novo sistema de controle de almoxarifado. Esta demanda surgiu da necessidade de maior rastreabilidade das ferramentas, peças e consumíveis presentes nos almoxarifados da BESA, já que estes materiais são parte importantíssima do patrimônio da empresa.

Este novo sistema consiste em uma plataforma *online* para requisição e monitoramento de ferramentas, controle de acesso biométrico ao almoxarifado, controle de estoque de peças e consumíveis, entre outras funcionalidades.

Dentre as atividades realizadas nesta etapa de implementação do sistema, destacam-se: (i) organização e cadastro dos carrinhos de ferramentas, (ii) treinamento da equipe de operação e manutenção e (iii) organização e cadastro das ferramentas alocadas na oficina. Na Figura 10 está apresentado um dos carrinhos de ferramentas utilizados pela equipe de manutenção, após a organização das ferramentas. Na Figura 11, pode-se ver um exemplo de tela do sistema, mostrando um dos carrinhos de ferramentas cadastrados.

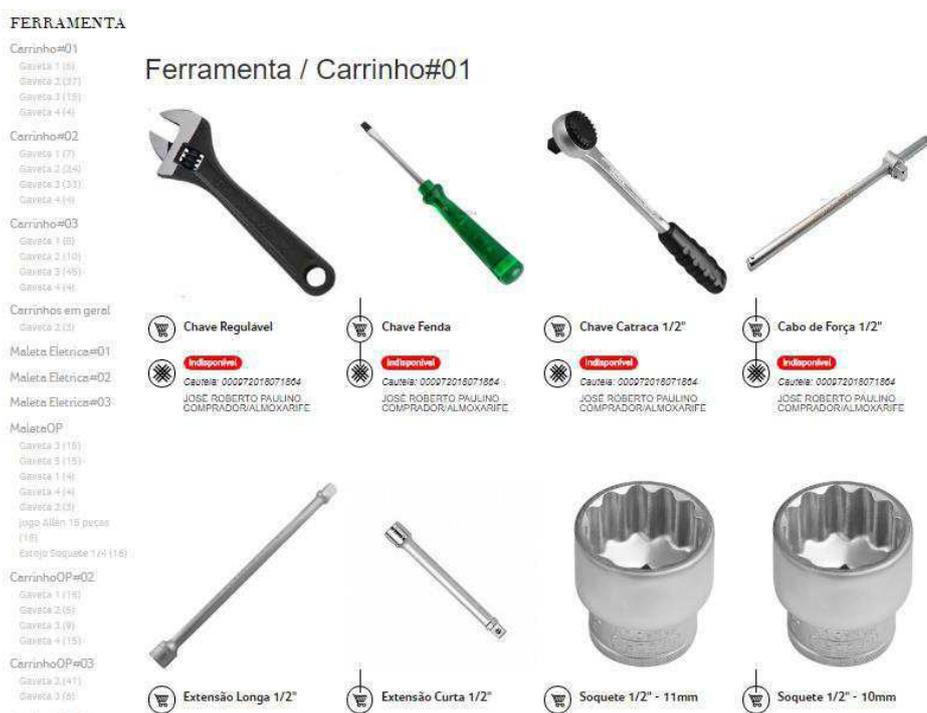
Também foi designada ao estagiário a responsabilidade de treinamento dos funcionários para utilização do sistema, assim como o contato com o desenvolvedor para modificações no sistema, de acordo com as necessidades apresentadas.

Figura 10 - Carrinho de ferramentas organizado.



Fonte: O próprio autor.

Figura 11 – Ferramentas cadastradas no sistema.



Fonte: O próprio autor.

Este sistema ainda se encontra em fase de melhorias, com a implementação de novas funcionalidades, como o controle de EPI (Equipamento de Proteção Individual), cadastro de consumíveis, entre outros.

4.3 ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA NA BESA

Os valores elevados das contas de consumo de energia (Energisa) da BESA alertaram para necessidade de análise deste fato, já que apenas a oficina mecânica e o prédio administrativo são alimentados pela Energisa (subestação 13,8 kV) e as demais instalações são alimentadas pela CHESF (Companhia Hidrelétrica do São Francisco, subestação 230 kV).

Desta maneira, foi solicitada a realização de uma análise das contas de energia durante um período de 12 meses (abril/17 até março/18), em busca de explicações para os altos custos.

Em seguida, foi realizado o detalhamento das contas de consumo de energia, o que pode ser verificado na Tabela 2. Por meio deste detalhamento, foi possível observar que o item mais oneroso da conta foi a taxa paga pela demanda de potência não consumida, que, em média, correspondeu a 40% do valor total das contas.

Tabela 2 - Detalhamento percentual das contas de consumo de energia.

Meses	Demanda de Potência Não-Consumida	Consumo - Ponta	Consumo - Fora de ponta	Energia Reativa Excedente
abr/17	50,58%	5,10%	15,33%	0,63%
mai/17	35,58%	11,49%	20,67%	1,44%
jun/17	45,58%	4,59%	13,82%	0,57%
jul/17	49,20%	15,89%	28,58%	1,98%
ago/17	40,86%	4,12%	12,39%	0,51%
set/17	40,67%	13,13%	23,63%	1,64%
out/17	37,98%	3,83%	11,51%	0,47%
nov/17	39,24%	12,67%	22,80%	1,58%
dez/17	39,75%	4,01%	12,05%	0,49%
jan/18	40,59%	13,11%	23,58%	1,64%
fev/18	35,05%	3,53%	10,63%	0,44%
mar/18	33,63%	10,86%	19,54%	1,36%
Média	39,91%	4,02%	12,10%	0,50%

Fonte: O próprio autor.

Além disto, outra taxa que apresentou crescimento nos últimos meses de análise foi a taxa de energia reativa excedente, que se trata de uma multa cobrada quando o fator de potência da instalação está abaixo de 0,92 indutivo.

Também foi realizada uma análise dos valores de potência não consumida em kW, mostrada na ríodo analisado foi de 275,5 kW.

Tabela 3. O valor médio de potência não consumida obtido no período analisado foi de 275,5 kW.

Tabela 3 - Demanda de potência não consumida (kW).

abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17	set/17
272,00	274,80	277,60	280,40	277,60	272,00
out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18
277,60	277,60	277,60	274,80	269,20	274,80

Fonte: O próprio autor.

Foi verificado, junto à Energisa, que a demanda contratada é de 300 kW, ou seja, cerca de 92% da demanda contratada não vem sendo utilizada, o que explica as altíssimas taxas que vinham sendo pagas.

A solução proposta à gerência foi a de redução da demanda contratada, o que segundo o site da Energisa: “A alteração de demanda contratada poderá ser solicitada pelo cliente quando o mesmo identificar que a parcela da demanda medida for superior ou inferior à demanda contratada.” (ENERGISA, 2018).

Segundo a resolução N° 414/10 da ANEEL: “A solicitação de redução de demanda deve ser realizada com antecedência mínima de 180 dias, não sendo permitida mais de uma redução em um período de 12 (doze) meses, com exceção dos casos em que o cliente programe medidas de conservação, buscando a eficiência e ao uso racional de energia elétrica”. A alteração de demanda ainda não foi efetuada devido a trâmites contratuais, que estão sendo acompanhados pela gerência da BESA. (ANEEL, 2018).

Também foi sugerida a instalação de um banco de capacitores para a correção de fator de potência e eliminação da taxa de energia reativa excedente. Porém, para realizar a análise dos reativos e o dimensionamento do banco, fez-se necessário a utilização de um analisador de energia.

Até o término do estágio, não foi possível completar todas as análises de energia, ficando sob responsabilidade de um dos técnicos da empresa, a continuidade e finalização deste estudo.

4.4 ACOMPANHAMENTO DE ATIVIDADES DO *OVERHAUL*

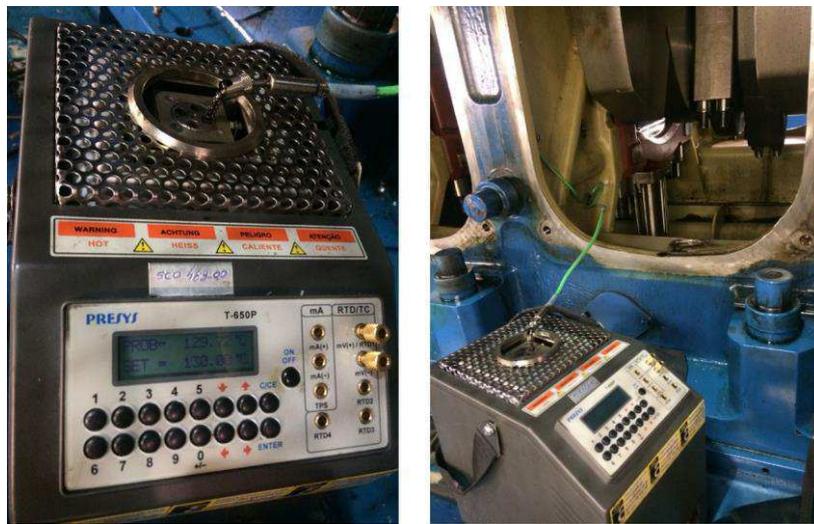
Também foram atribuições do estágio integrado, o acompanhamento e auxílio, em conjunto com o planejador, das atividades de gestão do *overhaul*, como: controle de preenchimento de folhas de serviço diário, controle de preenchimento e ajustes de formulários de manutenção, preenchimento do diário do *overhaul*, criação de planilhas de controle, dentre outras atividades.

Além das atividades de gestão, foi possível algumas atividades com a equipe de manutenção, principalmente da etapa de elétrica e automação, foram elas: inspeção e teste dos sensores de pressão, inspeção e teste dos sensores de temperatura, inspeção de sensores de vazamento de óleo, limpeza e testes de válvulas termostáticas.

Na Figura 12, está apresentada a instalação feita para testes dos sensores de temperatura do motor. O procedimento consiste em: remoção do sensor (do poço onde fica fixado no motor), colocação do sensor no calibrador térmico PRESYS T-650P, que funciona como um forno elétrico. Em seguida, são definidos vários pontos de temperatura, de acordo com o *range* do sensor.

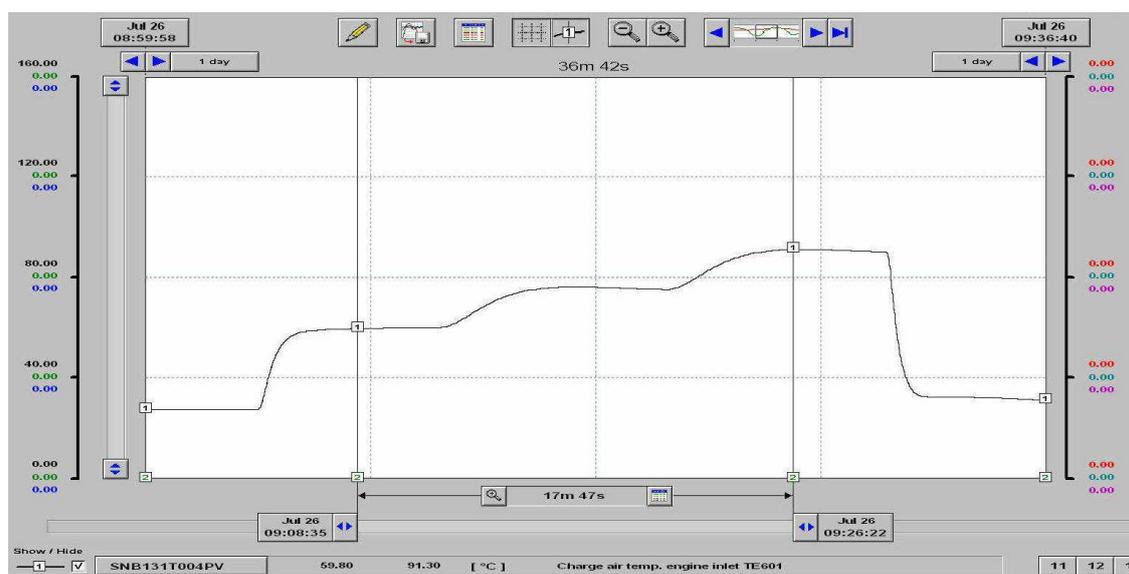
Na sala de controle, é verificado, no WOIS, se os valores de temperatura estão de acordo com os valores inseridos no calibrador, o que possibilita a construção de gráficos, garantindo o bom funcionamento do sensor no *range* de operação, um exemplo dos gráficos gerados está apresentado na Figura 13.

Figura 12 - Teste de sensores de temperatura do motor.



Fonte: O próprio autor.

Figura 13 - Gráfico gerado no teste do sensor de temperatura.



Fonte: O próprio autor.

Os testes dos sensores de pressão são realizados de maneira análoga, inserindo pressão com a utilização de uma bomba de pressão FLUKE 700G (mostrada na Figura 14), que é conectada na entrada do sensor. Nos motores, existem sensores de pressão locais, cuja saída é conectada nos painéis de controle do motor e também existem sensores remotos, cuja saída é levada até a sala de controle para exibição no WOIS. Assim, são verificados os diferentes pontos de pressão do *range* do sensor. No caso dos sensores locais, verifica-se a saída do sensor com um amperímetro, confirmando os pontos de 4-20 mA e no caso dos sensores remotos, a calibração é verificada por meio do WOIS, na sala de controle.

Figura 14 - Bomba de pressão FLUKE 700G.



Fonte: FLUKE (2018).

4.5 ACOMPANHAMENTO DA EQUIPE DE MANUTENÇÃO

Além das atividades de *overhaul*, a equipe de manutenção também é responsável por realizar manutenções corretivas e preventivas nos vários setores da planta. Foi possível, durante o estágio, acompanhar algumas destas atividades, a destacar: inspeção de disjuntores de média tensão, manutenção de motores elétricos, revisão de planos de manutenção e elaboração de escopos de manutenção.

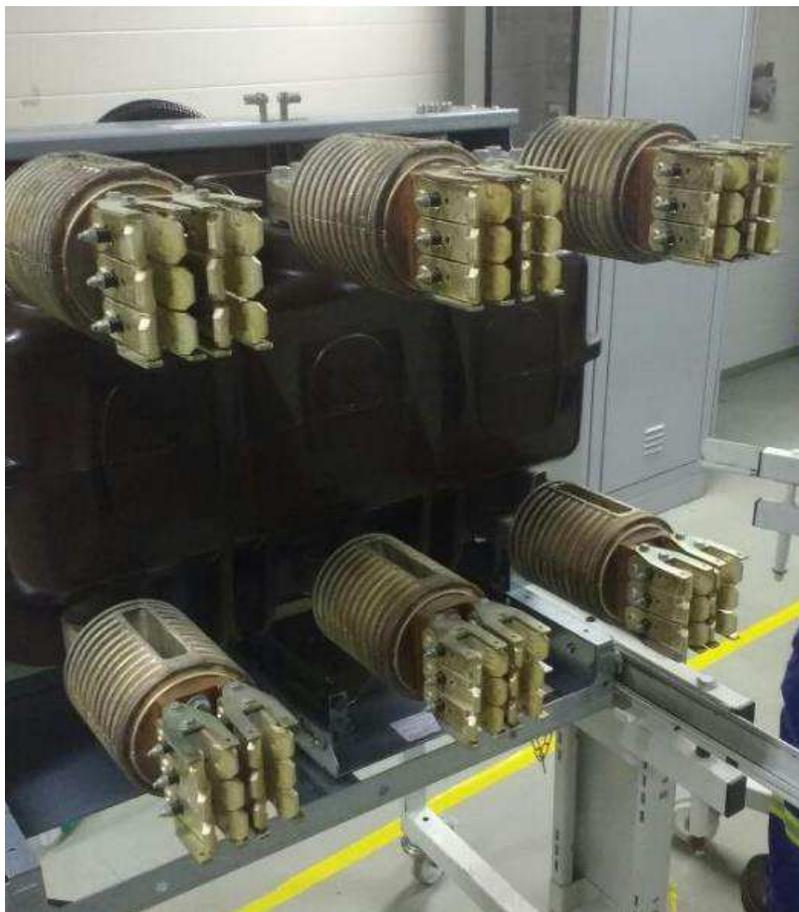
Como citado, uma das atividades acompanhadas foi a inspeção de disjuntores de média tensão, que ficam alocados nos painéis de MV (*Medium Voltage*), localizados na sala de média tensão, citada anteriormente.

Estes painéis são utilizados para controle da saída de cada motor, bem como da saída dos barramentos (10 máquinas são interligadas em 1 barramento). Esta inspeção foi necessária, devido a um problema apresentado durante a operação dos motores, que consistiu em um ruído vindo do painel do disjuntor da máquina 12, o que gerou a suspeita de haver algum ponto de corona no disjuntor ou nas suas conexões.

Os passos para execução da inspeção foram os seguintes:

- Inicialmente, o barramento no qual a saída da máquina 12 é conectada foi desenergizado, e foi realizado o procedimento de remoção do disjuntor de dentro do cubículo de média tensão do barramento. O disjuntor removido está mostrado na Figura 15.
- Em seguida, o mesmo procedimento foi realizado para remoção do disjuntor da máquina 12, mostrado na Figura 16.
- Posteriormente, foram realizadas inspeções visuais, e ajustes de parafusos e conexões. Porém, não foram encontrados problemas e nem vestígios de corona. Na operação seguinte, não foi mais apresentado qualquer ruído.

Figura 15 - Disjuntor do barramento removido.



Fonte: O próprio autor

Figura 16 - Disjuntor da máquina 12 removido.



Fonte: O próprio autor.

Conforme exposto nesta seção, o estágio oportunizou a participação em diversas atividades no âmbito da empresa, algumas relacionadas à operação e outras à gestão de serviços. Vale destacar, também, a participação em atividades relacionadas ao projeto GASIS 3, que possibilitou também, não só a realização de ações no contexto da engenharia elétrica, como também a interação desta com outras áreas, a saber: ciência da computação, engenharia mecânica e engenharia química.

5 CONCLUSÕES

A experiência de estagiar em uma usina termoelétrica foi única, o que permitiu vivenciar várias situações do cotidiano da empresa, o que possui um grande dinamismo e variedade de demandas.

Para a execução das tarefas, foi necessário utilizar conteúdos de vários assuntos abordados no curso de graduação em Engenharia Elétrica, como Instalações Elétricas, Máquinas Elétricas, Sistemas Elétricos, Arquitetura de Sistemas Digitais, entre outros. Além disto, foi possível absorver conhecimento das mais variadas áreas, tais como: mecânica de motores, gestão de projetos, segurança do trabalho, planejamento e controle de manutenções, entre outros. Portanto, conclui-se que a experiência do estágio integrado na Borborema Energética S.A. foi de grande valia para o crescimento profissional e pessoal do estagiário.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Resolução Normativa Nº 414 (2010). Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>

BORBOREMA ENERGÉTICA. *Página Institucional*. 2018. Disponível em <<http://borboremaenergetica.com.br/>> Acesso em: 15 jul. 2018.

CUBIEBOARD. *Página Institucional*. 2018. Disponível em <<http://cubieboard.org/>> Acesso em: 1 ago. 2018.

De ARAÚJO, J. M. F. R.; da COSTA, Y. J. R.; MELCHER, E.; SANTOS, A. A. e ALBUQUERQUE, N. P. SENSORIAMENTO REMOTO INTELIGENTE DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS EM CHAMINÉS DE USINAS TERMOELÉTRICAS. Artigo aceito para o III Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo (CONEPETRO 2018).

ENERGISA. *Página Institucional*. 2018. Disponível em <<http://energisa.com.br/>> Acesso em: 25 jul. 2018.

FLUKE. *Página Institucional*. 2018. Disponível em <<https://www.fluke.com/pt-br/>> Acesso em: 06 ago. 2018.

MRU. *Página Institucional*. Disponível em: <<http://www.mru-instruments.com/>> Acesso em: 30 jul. 2018.

WÄRTSILÄ. *Sobre a Wärtsilä Brasil*. 2018. Disponível em <<https://www.wartsila.com/bra/sobre>> Acesso em: 30 jul. 2018.