



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

VITOR FERNANDO MACHADO LINS

**RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO**  
**ESTÁGIO INTEGRADO NA USINA TRAPICHE S/A**

Campina Grande, Paraíba  
Julho de 2019

VITOR FERNANDO MACHADO LINS

## ESTÁGIO INTEGRADO NA USINA TRAPICHE S.A.

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

Área de Concentração: Instalações Elétricas Industriais

Orientador:

Professor Karcus M. C. Dantas, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Julho de 2019

VITOR FERNANDO MACHADO LINS

## ESTÁGIO INTEGRADO NA USINA TRAPICHE S.A.

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

Área de Concentração: Instalações Elétricas Industriais

Aprovado em        /        /

**Prof. Karcius M.C. Dantas, D.Sc, UFCG**  
Orientador

**Luiz Augusto Medeiros Martins Nobrega**  
Componente da Banca

Dedico este trabalho à minha família, que sempre esteve ao meu lado apoiando-me nos momentos de dificuldades e comemorando nos momentos de felicidade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e a força que me deu para atravessar momentos difíceis e a calma para seguir em frente diante as adversidades.

Agradeço aos meus pais, Fernando Machado Lins e Alcione Lins por estarem sempre ao meu lado, me dando o apoio que precisava e sabendo me encorajar e me dedicar a este momento. Sou grato também a minha irmã, Larissa Lins, que sempre foi para mim como uma segunda mãe, com todo o seu zelo e cuidado. Agradeço também aos meus familiares por fazerem parte da minha vida. Sendo amigos para todas as horas e que sempre torceram por mim. Agradeço a minha namorada, Laryssa de Araújo, por ser meu suporte, minha amiga e companheira ao longo desse tempo.

Agradeço ao Professor Karcus Marcelus Colaço Dantas por sua paciência e confiança a mim entregue. Agradeço também a todos os meus companheiros de estágio na Usina Trapiche, local onde pude aprender bastante e me desenvolver como profissional.

Agradeço a todos os meus colegas de turma, por inúmeras noites de estudo, aos meus amigos pessoais, aos amigos que tive a honra de estar próximo. À coordenação do curso, Adail Paz, Tchai Oliveira e Mário Filho por todo o carinho e auxílio, e à Universidade Federal de Campina Grande, juntamente com a cidade de Campina Grande, por terem sido meu lar por anos de minha vida.

## RESUMO

Este relatório tem por objetivo expor as principais atividades desenvolvidas durante o programa da disciplina Estágio Integrado, pré-requisito necessário para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. O estágio foi realizado na empresa Usina Trapiche S/A, situada na cidade de Sirinhaém-PE. A empresa têm como sócio controlador o Sr. Luiz Antônio de Andrade Bezerra, também acionista da Usina Serra Grande – AL. O programa do Estágio contou com uma carga horária de 688 horas, integralizadas em 40 h semanais. Tendo início em 21 de janeiro de 2019 e finalizado no dia 28 de junho de 2019. As ações desenvolvidas nesse estágio contemplaram dois períodos de atividade distintas da usina: o período de moagem e o de apontamento. Industriais sucroalcooleiras funcionam de forma sazonal, a depender da época da colheita da cana-de-açúcar para definir o período de safra. Durante o período de apontamento (entressafra) há uma preparação dos equipamentos necessários para a próxima moagem, sendo prioritariamente um período de manutenção. O estágio integrado é uma disciplina obrigatória a qual tem como objetivo propiciar ao aluno uma vivência prática das atividades profissionais, preparando-o para atuar na sua área de formação.

**Palavras-chave:** Usina Trapiche, Cana-de-açúcar, Açúcar, Etanol, Energia Elétrica, Bagaço de Cana.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - ZONA INDUSTRIAL DA USINA TRAPICHE. ....	11
FIGURA 2 - FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E ETANOL. ....	11
FIGURA 3 - TRANSPORTE DE CANA POR MEIO DE CAMINHÃO E REBOQUES. ....	12
FIGURA 4 - TOMBADOR DE CANA-DE-AÇÚCAR. ....	13
FIGURA 5 - PÁTIO PARA ARMAZENAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR. ....	13
FIGURA 6 - CASA DE CANA COBERTA E DESCOBERTA. ....	14
FIGURA 7 - MESA 19ª USINA TRAPICHE. ....	15
FIGURA 8 - MESA 45ª USINA TRAPICHE. ....	15
FIGURA 9 - SISTEMA SUPERVISÓRIO SMAR DA MOENDA DA USINA TRAPICHE. ....	16
FIGURA 10 - TURBINA À VAPOR DO 4º TERNO USINA TRAPICHE. ....	16
FIGURA 11 - CONJUNTO DE CENTRÍFUGAS. ....	17
FIGURA 12 - CICLO RANKINE. ....	18
FIGURA 13 - SUPERVISÓRIO DA REDUTORA DE VAPOR. ....	18
FIGURA 14 - CUSTOS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL. ....	19
FIGURA 15 - DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA ELÉTRICO DA EMPRESA. ....	19
FIGURA 16 - CASA DE FORÇA DA USINA TRAPICHE. ....	20
FIGURA 17 - GERADORES DA PCH GINDAÍ. ....	21
FIGURA 18 - TUBULAÇÃO HIDRÁULICA PCH GINDAÍ. ....	21
FIGURA 19 - MOTOR DE INDUÇÃO 40 CV EM MANUTENÇÃO. ....	23
FIGURA 20 - ANÁLISE TERMOGRÁFICA. ....	25
FIGURA 21 - ANÁLISE TERMOGRÁFICA. ....	26
FIGURA 22 - GRAU DE SEVERIDADE E PRIORIDADES. ....	26
FIGURA 23 - EVOLUÇÃO DO STATUS DOS EQUIPAMENTOS DA USINA. ....	27
FIGURA 24 - FALHA IMINENTE EM PORTA-FUSÍVEL. ....	27
FIGURA 25 - DIAGRAMA UNIFILAR DA CASA DE FORÇA. ....	29
FIGURA 26 - DIAGRAMA UNIFILAR DO POÇO DE BOMBAS. ....	33
FIGURA 27 - INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADOR DE 1000 KVA. ....	34
FIGURA 28 - INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADOR DE 1000 KVA. ....	34
FIGURA 29 - TRANSFORMADORES DA CALDEIRA. ....	37
FIGURA 30 - PONTE ROLANTE DA CASA DE CANA COBERTA. ....	38
FIGURA 31 - MOTOR DE 20 CV ROTOR BOBINADO. MOVIMENTAÇÃO LONGITUDINAL DA PONTE. ....	39
FIGURA 32 - SOBRES DE MATERIAL DE CCM ANTIGO E BANCO DE RESISTORES PARA MOTOR DE ROTOR BOBINADO. ....	39
FIGURA 33 - NOVA CCM DA PONTE ROLANTE. ....	40
FIGURA 34 - SAPATA DE CONTATO DE PONTE ROLANTE. ....	41
FIGURA 35 - POSICIONADOR DESMONTADO. ....	42
FIGURA 36 - ESQUEMA DO TRANSDUTOR PNEUMÁTICO. ....	43
FIGURA 37 - PLACA ANALÓGICA DE POSICIONADOR COM IMPUREZA. ....	43
FIGURA 38 - BANCADA PARA SETUP DE POSICIONADOR SMAR. ....	44
FIGURA 39 - MANUTENÇÃO EM INVERSOR ALTIVAR 71. ....	45
FIGURA 40 - INVERSOR DE FREQUÊNCIA DO TERCEIRO TERNO. ....	46
FIGURA 41 - MANUTENÇÃO INVERSORES DO PAINEL WEG. ....	46

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	9
2	A Empresa.....	10
2.1	Processos industriais da cana-de-açúcar.....	11
2.1.1	Entrada de Veículos/Balança.....	12
2.1.2	Preparo de Cana e Moenda.....	14
2.2	Caldeiras.....	17
2.3	Geração de Energia.....	18
2.3.1	Casa de Força.....	19
2.3.2	Usina Hidrelétrica de Gindaí.....	20
3	Atividades Desenvolvidas.....	22
3.1	Moagem.....	22
3.2	Apontamento.....	23
3.3	Atividade 1 – Inspeção Termográfica.....	23
3.3.1	Embassamento Teórico.....	23
3.3.2	Acompanhamento da Análise Termográfica.....	24
3.3.3	Relatório de termografia.....	26
3.4	Atividade 2 – Atualização de diagrama unifilar da casa de força.....	28
3.5	Atividade 3 – Redimensionamento de Cargas da subestação poço de bombas.....	30
3.5.1	Levantamento de Potência Instalada.....	30
3.6	Atividade 4 – Levantamento de carga de transformador da caldeira.....	34
3.7	Atividade 5 – Alteração de acionamento de Ponte Rolante da Casa de Cana Coberta.....	37
3.7.1	Embassamento Teórico.....	37
3.7.2	A Ponte Rolante da Casa de Cana Coberta.....	38
3.7.3	O projeto.....	40
3.8	Atividade 6 – Acompanhamento da manutenção de Instrumentação Eletrônica.....	41
3.8.1	Acompanhamento de limpeza e manutenção de posicionadores FY301.....	41
3.8.2	Supervisão de manutenção de Inversores e softstarters.....	44
4	Conclusão.....	47
	Bibliografia.....	48

# 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é cultivada no Brasil desde a época da colonização, sendo considerada até hoje um dos principais produtos agrícolas nacionais. A partir da industrialização da cana podemos obter diversos tipos de açúcar e álcool, energia térmica e elétrica, levedura seca e CO<sub>2</sub>. Podemos afirmar que esta cultura é de grande importância socioeconômica para nós brasileiros. O setor sucroalcooleiro no Brasil é a principal fonte de biomassa utilizada na geração de energia elétrica e é representada por cerca de 400 indústrias de açúcar e álcool, gerando milhares de empregos diretos e indiretos.

Durante o estágio foram realizadas atividades relacionadas a manutenções preventivas, corretivas e preditivas de equipamentos elétricos, elaboração de projetos elétricos e redistribuição de cargas, bem como acompanhamento do setor de instrumentação eletrônica.

De acordo com o plano de estágio, as atividades realizadas pelo aluno foram:

1. Oficina de elétrica:

- Supervisão de manutenção de motores elétricos;
- Supervisão de montagem de painéis elétricos;

2. Oficina de instrumentação:

- Automação das caldeiras (Controle de nível, controle de alimentação de bagaço, controle de pressão de saída);
- Automação da moenda (controle de rotação dos ternos e das esteiras de alimentação).
- Automação da fábrica de açúcar (Cozimento do caldo, Controle de pressão de vapor, controle das turbinas de produção de açúcar).

3. Usina hidrelétrica:

- Controle e operação de geradores de energia elétrica.
- Operação de conexão com sistemas de transmissão de energia (Usina e Celpe).

Algumas outras atividades relacionadas a área externa da usina também foram realizadas, tais como alojamentos de funcionários do campo, armazéns de açúcar e moradias oferecidas da usina para funcionários.

O relatório trará uma abordagem com uma visão geral dos processos de produção da usina, descrevendo também a operação da geração de energia da PCH e da indústria. Será também comentado alguns serviços de manutenção ocorridos durante o período de estágio, como em inversores e motores elétricos.

## 2 A EMPRESA

A Usina Trapiche foi fundada em 1887 no antigo Engenho Trapiche. Por volta do ano de 1935, uma fusão entre a Usina Trapiche e a Usina Abaca instituiu o grupo Usina Trapiche S/A. Construída no município de Sirinhaém-PE, teve como seus primeiros acionistas o Grupo Mendes de Lira, posteriormente a família Batista da Silva passou a ter a titularidade da empresa. Após quarenta anos de fundação, a Trapiche S/A foi adquirida pelo grupo Brennand, que por sua vez investiu maciçamente no parque fabril, possibilitando a empresa a se desenvolver como uma das referências nacionais no setor sucroalcooleiro.

Ainda no ano de 1958, a empresa construiu uma Pequena Central Hidroelétrica situada entre os municípios de Sirinhaém e Rio Formoso, utilizando o Rio Sirinhaém para a exploração do potencial hidráulico, denominada PCH Gindaí, inicialmente com capacidade de geração de 400 kW.

Em 1997 a Trapiche S/A foi adquirida pelo Sr. Luiz Antônio de Andrade Bezerra, acionista da Usina Serra Grande - AL. Sob o comando do novo grupo o parque industrial e a hidroelétrica de Gindaí receberam grande investimentos, registrando-se um aumento considerável na eficiência da fábrica e geração. O parque industrial está preparado para a produção de açúcar refinado e VHP, etanol hidratado e anidro e levedura seca.

A empresa é dividida em três principais setores: Agrícola, Industrial e Tráfego. O Setor Agrícola é responsável pelo plantio, cultivo e colheita da cana-de-açúcar. O Setor Industrial é o responsável por todo o processo industrial da produção de açúcar, desde o tratamento da cana-de-açúcar até a produção de etanol e despejo dos rejeitos da produção. Por último, o setor de Tráfego é responsável pelo transporte e pesagem da matéria-prima, bem como o transporte para deslocamento de funcionários. Dentro de todos os setores, há subsetores ao qual estão subordinados aos gerentes setoriais.

Dentro do Setor Industrial há a Manutenção Elétrica, departamento ao qual o estagiário foi integrante durante todo o período de estágio. Além da manutenção elétrica há departamentos como o Laboratório Industrial, Manutenção Mecânica, Laboratório da Destilaria, entre outros.

FIGURA 1 - ZONA INDUSTRIAL DA USINA TRAPICHE.

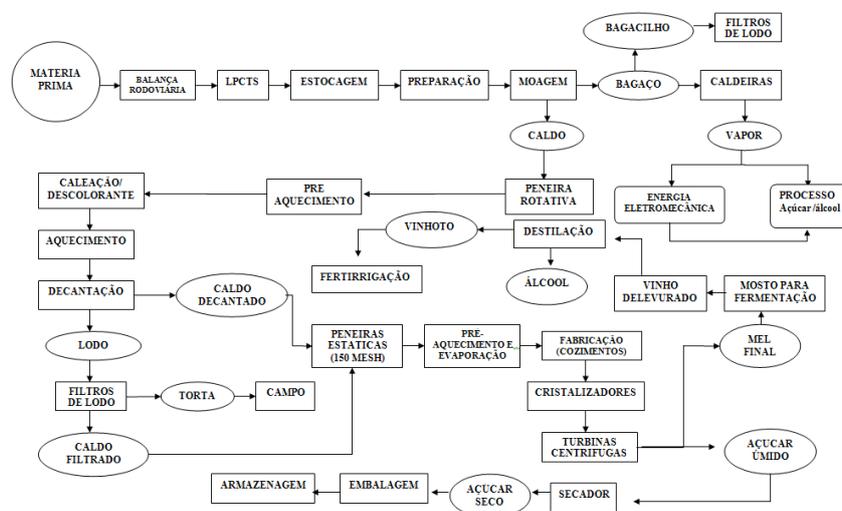


Fonte: Usina Trapiche

## 2.1 PROCESSOS INDUSTRIAIS DA CANA-DE-AÇÚCAR

O processo de produção de açúcar/etanol possui diversas etapas, iniciando-se no plantio até a finalização do processo, na destilação. A figura 2 apresenta um fluxograma resumido das etapas de produção do açúcar até o seu armazenamento.

FIGURA 2 - FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E ETANOL.



Fonte: Usina Trapiche.

### 2.1.1 ENTRADA DE VEÍCULOS/BALANÇA

É através do setor de tráfego onde os veículos carregados de cana-de-açúcar são pesados mediante balanças rodoviárias durante os 3 turnos. A indústria possui duas balanças, uma com capacidade de 160 T e 42 m, outra com capacidade de 120 T e 37 m. Para facilitar o fluxo de carga e descarga, uma balança pesa os veículos que entram e outra os veículos que saem, obtendo assim o peso de matéria-prima que irá para a fabricação. A operação de pesagem deve ser com a máxima precisão pois a pesagem incorreta acarretará erros nos balanços e rendimentos da fábrica. A cana é transportada até a unidade de fabricação através de caminhões com reboques, como pode ser observado na figura 3.

FIGURA 3 - TRANSPORTE DE CANA POR MEIO DE CAMINHÃO E REBOQUES.



Fonte: o próprio autor

Após a pesagem é coletada amostras em três pontos aleatórios com sondas horizontais, sendo em seguida levados ao laboratório de sacarose para verificar a qualidade desta matéria-prima, através das seguintes análises: °Brix, Pol, Impurezas Minerais, Fibra, dentre outras. O pagamento do fornecedor de cana é tabelado em relação a quantidade de ATR contido no produto. Este pagamento é regulamentado por portaria governamental e fiscalizado pela Associação dos Fornecedores de Cana.

O caminhão contendo a cana segue para os tombadores, como é mostrado na Figura 4. A cana é então descarregada no pátio de cana ou diretamente na mesa alimentadora, a depender da quantidade em estoque.

FIGURA 4 - TOMBADOR DE CANA-DE-AÇÚCAR.



Fonte: o próprio autor.

Durante o trajeto realizado pelos caminhões, principalmente na área dos tombadores de cana, ocorrem desperdícios de matéria-prima. Com o objetivo de diminuir o esmagamento desta cana pelos caminhões, é utilizada uma carregadeira para retirada desta do percurso.

A cana-de-açúcar é armazenada em dois pátios, um com capacidade de 800 T e outro com 2500 T, que podem ser observados conforme a Figura 5. A cana é organizada nos pátios por duas garras hidráulicas, conhecidas como Ponte Mause e Ponte PHB, as quais movimentadas por motores para a elevação de 75 cv e 100 cv, respectivamente, controladas por inversores de frequência WEG CFW-09. Estes pátios armazenam a cana-de-açúcar evitando a parada da moagem pela falta de fornecimento de cana, principalmente em épocas chuvosas.

FIGURA 5 - PÁTIO PARA ARMAZENAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR.



Fonte: o próprio autor.

FIGURA 6 - CASA DE CANA COBERTA E DESCOBERTA.



Fonte: o próprio autor.

### 2.1.2 PREPARO DE CANA E MOENDA

Após o depósito, a cana é colocada em mesas elevadoras, onde são lavadas para a retirada de impurezas que as acompanham durante todo o processo de transporte. A primeira mesa é chamada de Mesa 19° e a segunda de mesa 45°. Em seguida, é despejada em uma esteira metálica. Ainda nessa esteira a matéria-prima passa por diversos equipamentos para aumentar o aproveitamento da extração do caldo. Os equipamentos são: Nivelador, 1° Navalha, 2° Navalha e Desfibrador. Após o processo a cana estará completamente moída e passará por um separador magnético, para retirada de impurezas, antes de ser despejada na Moenda. A tabela 1 apresenta os dados dos principais motores do preparo de cana.

*Tabela 1 - principais motores preparo de cana.*

<b>Motor</b>	<b>Potência</b>	<b>Tensão</b>
Desfibrador	2400 kW	6600 V
1° Navalha	1200 kW	6600 V
2° Navalha	2000 kW	6600 V
Nivelador	400 kW	690 V

A mesa alimentadora de 19° tem a largura um pouco maior que o comprimento do caminhão e recebe a cana diretamente do tombador. Essa mesa é acionada

eletricamente por motor-redutor com inversor de frequência , com controle de velocidade feita pelo operador.

A mesa alimentadora de 45° recebe a cana da mesa alimentadora de 19°. Essa mesa é acionada eletricamente por motor-redutor com inversor de frequência e seu controle de velocidade feita pelo operador. O operador tem a função de alimentar o transportador (esteira metálica) procurando manter uma altura constante do colchão de cana e observar matéria estranha (pedras, troncos) oriunda da cana, com a finalidade de proteger os equipamentos de preparo. A mesa 45° alimenta a esteira metálica ficando a cana desorganizada, facilitando assim o trabalho dos equipamentos de preparação.

FIGURA 7 - MESA 19° USINA TRAPICHE.



Fonte: o próprio autor.

FIGURA 8 - MESA 45° USINA TRAPICHE.



Fonte: o próprio autor.

Após o preparo, a cana segue para os cinco ternos de moenda para a extração do caldo. A partir do terceiro terno, o bagaço é embebedado com água para melhor extração do caldo. Cada terno possui uma turbina à vapor de movimentando o Rolo de Entrada mais dois motores elétricos, um de 550 cv e outro de 100 cv, responsáveis por movimentar o Rolo de Pressão e Rolo de Saída. Os motores são utilizados como auxílio para a turbina, a qual controla a velocidade de rotação dos ternos. Todo o processo da moenda é supervisionado por um sistema Supervisório.

FIGURA 9 - SISTEMA SUPERVISÓRIO SMAR DA MOENDA DA USINA TRAPICHE.



Fonte: o próprio autor.

A moenda é responsável pela separação do bagaço e do caldo. A partir deste ponto, o bagaço é levado através de esteiras para as caldeiras e/ou estoque de bagaço enquanto o caldo é tratado e o processo é continuado até a formação de açúcar cristal e posteriormente o etanol.

FIGURA 10 - TURBINA À VAPOR DO 4º TERNO USINA TRAPICHE.



Fonte: o próprio autor.

O caldo extraído na moenda é submetido aos processos como mostrado no fluxograma da Figura 2. No processo final, o caldo é despejado em centrífugas que separam o açúcar cristalizado do melaço. O melaço segue para a destilaria, onde passará por processo de produção de etanol. O açúcar retirado pelo processo pode ser embalado em sacos de 50 kg e enviados para armazéns de açúcar, *big bags* de 1500 kg que têm sua saída imediata, ou estocados no Silo ou no Silo Maturador. O detalhamento do processo de produção de açúcar e etanol não será tratado neste trabalho pois não faz parte do escopo do estágio realizado na empresa.

FIGURA 11 - CONJUNTO DE CENTRÍFUGAS.



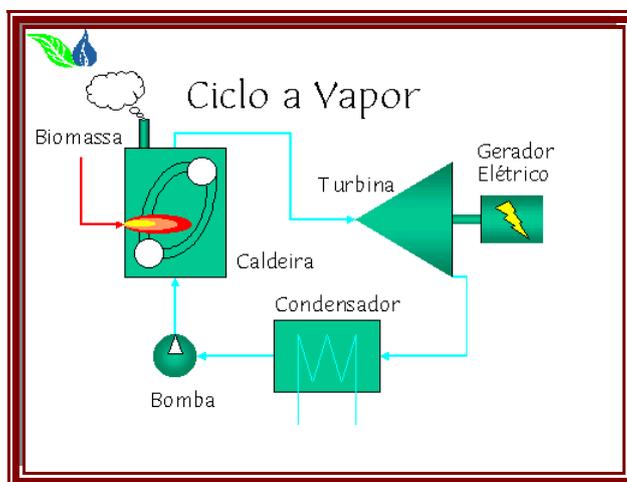
Fonte: o próprio autor.

## 2.2 CALDEIRAS

A usina possui um total de 6 caldeiras do tipo aquatubular. Juntas, elas tem capacidade de queima de aproximadamente 280 ton/h. O processo de obtenção de vapor é feito através de um Ciclo Rankine (Figura 12) que converte calor em trabalho. O vapor gerado pela queima do bagaço aquece a água que circula por tubos no interior da caldeira. O vapor gerado por esse aquecimento alimenta a linha de Vapor Direto da usina, a qual trabalha com pressão de 21 kgf/cm<sup>2</sup>. O vapor direto é utilizado para a movimentação de turbinas. Derivado da linha de vapor direto têm-se a linha de Vapor Servido, com aproximadamente 1,5 kgf/cm<sup>2</sup>. O vapor servido é utilizado em toda a fabricação do açúcar no sistema de aquecimento. Após a fabricação, a linha de vapor que é dirigida à destilaria tem sua pressão controlada em aproximadamente 0,7 kgf/cm<sup>2</sup>.

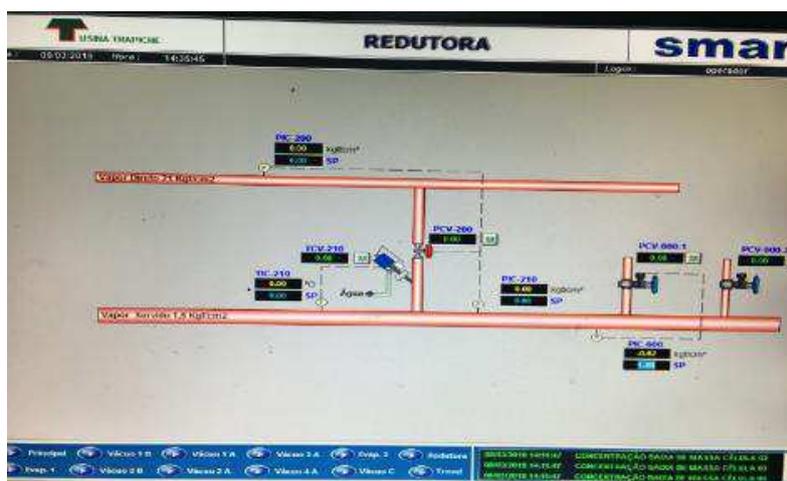
A Figura 13 nos mostra o supervisório da válvula redutora do Vapor Direto para Vapor Servido.

FIGURA 12 - CICLO RANKINE



Fonte: Relatório de Estágio Supervisionado USINA CAETÉS S/A - Unidade Cachoreira. Priscila Dias Pereira - UFCG, Campina grande.

FIGURA 13 - SUPERVISÓRIO DA REDUTORA DE VAPOR.

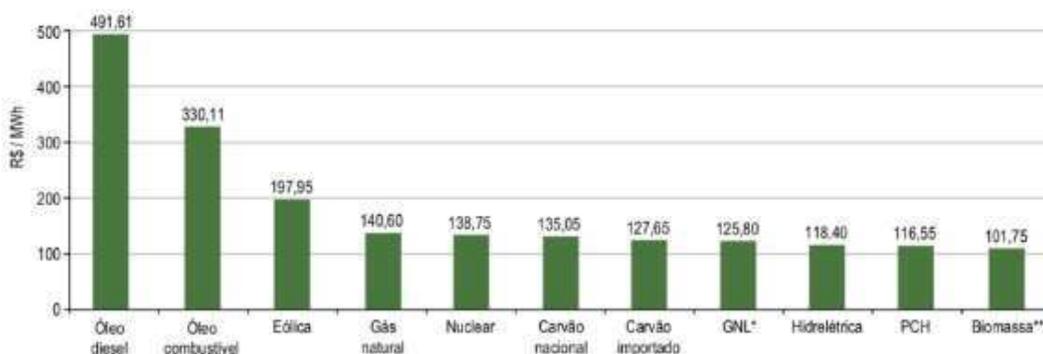


Fonte: o próprio autor.

## 2.3 GERAÇÃO DE ENERGIA

Usinas de cana-de-açúcar são de grande importância para o setor elétrico nacional pois funcionam como usinas termoelétricas de biomassa, gerando energia elétrica com um custo mais acessível do que outras fontes, como podemos ver no gráfico da Figura 14.

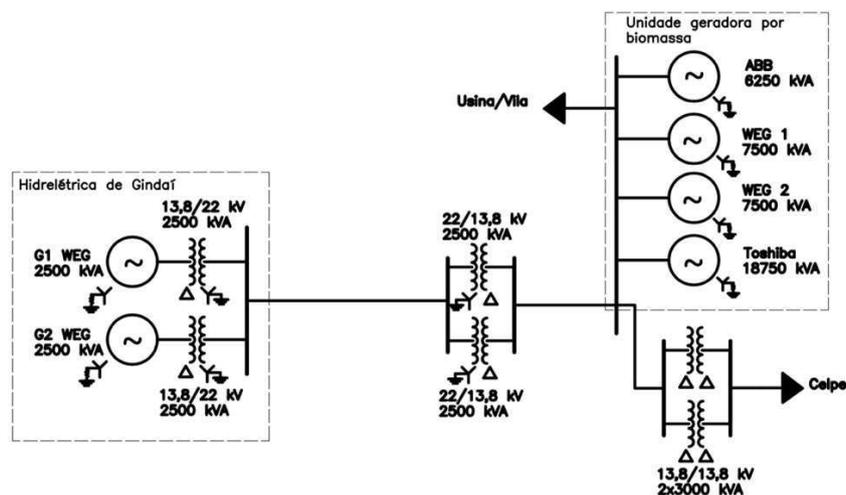
FIGURA 14 - CUSTOS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL



Fonte: Atlas de energia elétrica do Brasil. ANEEL

A usina trapiche possui duas unidades de geração de energia elétrica, sendo uma no setor industrial e a remanescente uma Pequena Central Hidroelétrica. A PCH é conectada à Usina através de uma linha de transmissão de aproximadamente 9 km de comprimento linear e é a principal fornecedora de energia elétrica para a empresa no período de entressafra. A Figura 15 nos mostra um diagrama unifilar resumido do sistema de potência da empresa.

FIGURA 15 - DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA ELÉTRICO DA EMPRESA.



Fonte: o próprio autor.

Durante a safra 2018/2019, a qual começou em setembro de 2018 e terminou em fevereiro de 2019, a usina exportou 13691,42 MWh. Um aumento em relação a safra 2017/2018 de aproximadamente 2000 MWh.

### 2.3.1 CASA DE FORÇA

A Casa de Força é o setor dentro da indústria que é responsável pela geração e operação de toda a rede de transmissão da usina. Nela se encontra a central de operação que supervisiona o sistema.

FIGURA 16 - CASA DE FORÇA DA USINA TRAPICHE.



Fonte: o próprio autor.

Nela há um operador o qual é responsável por todas as quatro máquinas geradoras à vapor, como também por uma máquina reserva à diesel, a qual é apenas acionada periodicamente às segundas-feiras por precaução ou em casos de emergência causado por falhas no sistema principal. As máquinas são nomeadas conforme o seu fabricante, para facilitar a chamada. A Tabela 1 nos apresenta as características de cada máquina.

\

Tabela 2 - Máquinas da casa de força do parque industrial.

<b>Máquina</b>	<b>Potência (kVA)</b>
WEG 1	7500
WEG 2	7500
ABB	6250
Toshiba	18750

### 2.3.2 USINA HIDRELÉTRICA DE GINDAÍ

Localizada no distrito de Gindaí, no município de Sirinhaém, a PCH foi construída para atender a Usina Trapiche durante a entressafra e utiliza o Rio Sirinhaém como fonte de energia potencial mecânica. Possui dois geradores WEG de 2500 kVA e 36 polos acoplados a uma turbina do tipo Kaplan.

FIGURA 17 - GERADORES DA PCH GINDAÍ.



Fonte: o próprio autor.

FIGURA 18 - TUBULAÇÃO HIDRÁULICA PCH GINDAÍ.



Fonte: o próprio autor.

## 3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o estágio foram realizadas diversas atividades no que se diz respeito a manutenções preventivas e corretivas nos equipamentos elétricos e também nas instalações elétricas. Foram também realizados alguns projetos relacionados a instalações elétricas prediais.

Usinas de cana dividem o ano em dois períodos distintos: a Moagem e o Apontamento.

### 3.1 MOAGEM

A moagem em geral compreende os meses de agosto à fevereiro, período no qual a usina funciona 24 horas por dia. Na usina há uma programação de parada para toda segunda-feira, chamada de retoque. Durante o retoque, eventuais problemas que tenham ocorrido em equipamentos durante a semana são resolvidos, bem como limpeza de contatos, aperto de chaves, entre outras atividades.

O período de estágio iniciou-se no dia 21 de janeiro de 2019, tendo o período de moagem da safra 2018/19 sido finalizado em 19 de fevereiro de 2019, o que fez com que o estagiário não tivesse muito contato com as manutenções do período. Podemos ver na figura 19 um motor de 40 cv que durante o retoque foi retirado para lavagem pois se encontrava com dificuldade de rotação e sobreaquecimento devido ao excesso de açúcar na carcaça do motor.

A manutenção do motor consistiu em lava-lo e estufa-lo. Após esse processo, aplica-se verniz nas bobinas do motor, para garantir o isolamento, bem como se verifica se há algum dano nos rolamentos ou nos terminais elétricos. Após teste, o motor é retornado ao pátio da usina para o seu devido uso.

FIGURA 19 - MOTOR DE INDUÇÃO 40 CV EM MANUTENÇÃO.



Fonte: o próprio autor.

## 3.2 APONTAMENTO

O apontamento ocorre no período de entressafras da cana-de-açúcar. A empresa utiliza este período para efetuar eventuais projetos necessários para a próxima safra, preparando-se para ela. A maior parte da manutenção preventiva dos equipamentos na usina são efetuadas neste período, aproveitando-se da pausa. Essa manutenção é de extrema importância para a redução das paradas durante a safra, aumentando o rendimento dos equipamentos e diminuindo o risco de falhas.

Em outras palavras, o apontamento consiste em um trabalho de prevenção, pois todos os motores são abertos para a limpeza, troca de rolamentos e renovação do verniz nas bobinas. Todos os instrumentos eletrônicos são retirados do campo, são limpos e revisados. Inversores de frequência são abertos para limpeza e substituição de peças, ou enviados para uma empresa especializada.

## 3.3 ATIVIDADE 1 – INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA

### 3.3.1 EMBASAMENTO TEÓRICO

A termografia é uma técnica de sensoriamento remoto que possibilita a medição de temperatura e a formação de imagens térmicas de um componente, equipamento ou processo a partir da radiação infravermelha. Ela é considerada um ramo da manutenção preditiva.

A manutenção preditiva consiste do acompanhamento periódico de equipamentos ou máquinas, através de dados coletados por meio de monitoração ou inspeções. A premissa comum da manutenção preditiva é que o monitoramento regular da condição mecânica real, o rendimento operacional, e outros indicadores da condição operativa das máquinas e sistemas de processos fornecerão dados necessários para assegurar o intervalo máximo entre os reparos. Ela também minimizaria o número e os custos de parada não programadas criadas por falhas da máquina.[5]

Através desse monitoramento podemos receber dados suficientes para uma análise de tendências de um sistema. O que faz dele uma excelente solução para que se encontre eventuais problemas instalações elétricas os quais passam despercebidos a olho humano. Através deste método de manutenção preditiva é possível obter resultados exatos e não interromper o ciclo de produção de diferentes sistemas e equipamentos.

Com esta tecnologia é possível detectar estágio inicial de processos de falhas gerados por anomalias térmicas em um determinado componente antes que ocorra interrupção de funcionamento dos equipamentos. [5]

Nos sistemas elétricos, a manutenção auxilia na identificação de problemas causados por anomalias térmicas, geralmente causadas por deficiências de contatos em correntes e resistências dos componentes. Também é muito utilizada em manutenção na área eletroeletrônica para fazer análises de circuitos em geral, quadros de energia de média e baixa tensão, linhas de alta tensão, subestações, instalações elétricas, etc.

### 3.3.2 ACOMPANHAMENTO DA ANÁLISE TERMOGRÁFICA

Durante o período de estágio foi realizada uma análise termográfica dos equipamentos elétricos da empresa em toda a fábrica, como também da PCH Gindaí. A manutenção é realizada pela empresa DME Preditiva, localizada em João Pessoa-PB. O objetivo da análise foi realizar a inspeção termográfica com finalidade de identificar e documentar através de registro termográfico qualitativo e quantitativo, anomalias nas instalações elétricas.

Para a realização da análise, a empresa utilizou o seguinte equipamento: Termovisor Flir Systems modelo E60.

A termografia ocorre geralmente no início e no final da moagem, e os relatórios são comparados a cada ano para a formação de um banco de dados da empresa.

FIGURA 20 - ANÁLISE TERMOGRÁFICA.



Fonte: o próprio autor.

As principais aplicações da análise para o setor elétrico foram:

-Equipamentos: Seccionadoras, disjuntores, transformadores, capacitores, fusíveis, relé térmico, reatores, equipamentos eletrônicos de potência, descarregadores de sobretensão, cabos e outros.

- Conexões: Barramentos, bornes, terminações, buchas de passagem, emendas, bays de distribuição e outros.

Painéis: Painéis de distribuição, painéis de comando, CCMs, banco de capacitores, drivers, acionamento de motores de grande porte, banco de resistências e outros.

FIGURA 21 - ANÁLISE TERMOGRÁFICA.



Fonte: o próprio autor.

Após o acompanhamento foi feita uma análise do relatório e os dados obtidos foram utilizados para o apontamento, mostrando os pontos de sobreaquecimento que necessitariam de um cuidado maior na manutenção.

### 3.3.3 RELATÓRIO DE TERMOGRAFIA

A empresa terceirizada classifica os resultados de acordo com o gráfico mostrado na Figura 22.

FIGURA 22 - GRAU DE SEVERIDADE E PRIORIDADES.

Sistemas Elétricos <b>AT</b> MIL STB-2194 (SH)		
Aquecimento	Diagnóstico	Ação
$30^{\circ}\text{C} \leq \text{Ac}$	Falha Iminente	Corrigir Imediatamente
$20^{\circ}\text{C} \leq \text{Ac} < 30^{\circ}\text{C}$	Falha Certa	Corrigir com prioridade 1
$10^{\circ}\text{C} \leq \text{Ac} < 20^{\circ}\text{C}$	Falha Provável	Corrigir com prioridade 2
$\text{Ac} < 10^{\circ}\text{C}$	Suspeita de Falha	Programar manutenção

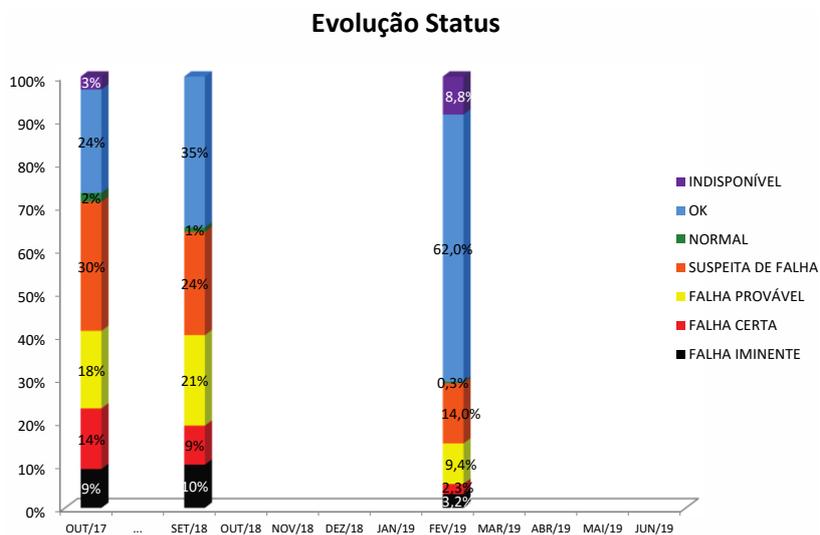
Sistemas Elétricos <b>BT</b> MIL STB-2194 (SH)		
Aquecimento	Diagnóstico	Ação
$70^{\circ}\text{C} \leq \text{Ac}$	Falha Iminente	Corrigir Imediatamente
$40^{\circ}\text{C} \leq \text{Ac} < 70^{\circ}\text{C}$	Falha Certa	Corrigir com prioridade 1
$25^{\circ}\text{C} \leq \text{Ac} < 40^{\circ}\text{C}$	Falha Provável	Corrigir com prioridade 2
$10^{\circ}\text{C} \leq \text{Ac} < 25^{\circ}\text{C}$	Suspeita de Falha	Programar manutenção
$\text{Ac} < 10^{\circ}\text{C}$	Normal	Acompanhar Evolução

Fonte: DME Preditiva

Através do acompanhamento periódico, se é capaz de gerar um gráfico indicando a evolução do status do diagnóstico para cada equipamento. O controle de mapeamento do equipamento é feito através de um selo individual colocado em cada

um deles. O gráfico da Figura 23 podemos perceber uma grande melhora no status dos equipamentos ao longo do tempo, mostrando que está sendo realizada uma boa manutenção.

FIGURA 23 - EVOLUÇÃO DO STATUS DOS EQUIPAMENTOS DA USINA.

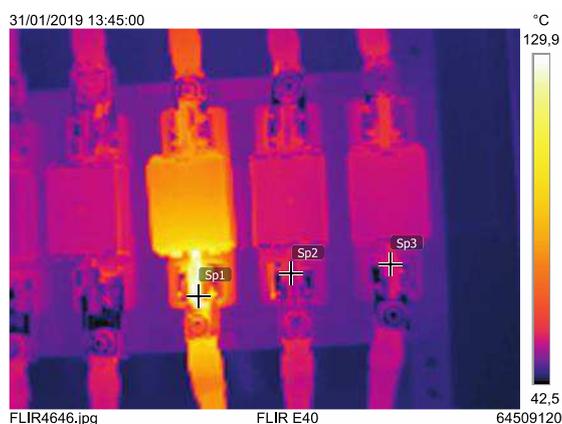


Fonte: DME Preditiva

A Figura 24 nos dá um exemplo de falha iminente apresentada no relatório. A foto nos mostra um aquecimento anormal em uma das fases de um porta-fusível. A ação recomendada para esse caso é verificar desbalanceamento de cargas, verificar desgaste e oxidação de terminais, efetuar limpeza ou aperto, verificar danos nos equipamentos.

Com base no relatório foi entregue os dados a cada electricista responsável pela manutenção do local onde há possibilidade de falha, onde eles puderam fazer a manutenção conforme solicitação.

FIGURA 24 - FALHA IMINENTE EM PORTA-FUSÍVEL.



Fonte: DME Preditiva

### 3.4 ATIVIDADE 2 – ATUALIZAÇÃO DE DIAGRAMA UNIFILAR DA CASA DE FORÇA

Uma outra atividade realizada durante o período estabelecido foi a atualização do diagrama unifilar da casa de força. A empresa possuía um diagrama, porém o mesmo estava defasado há alguns anos. Ao perceber este problema, me prontifiquei a atualizá-lo, sendo esta atitude benéfica também a mim pois poderia entender melhor as manobras referentes a cada chave de seccionamento da indústria e a distribuição de cargas da empresa. Uma ação comum durante a expansão da empresa foi adicionar cargas e não as atualizar no diagrama, o que gera alguns problemas de operação.

O diagrama atualizado está apresentado na Figura 25. Nele podemos ver o modelo de distribuição da usina, através de três barramentos principais aos quais os geradores, a usina hidrelétrica e a Celpe são atrelados, podendo ser feitas algumas manobras entre eles.



Em condições normais de funcionamento durante a moagem, o gerador Toshiba é utilizado para suprir as cargas da usina juntamente com o WEG 1, alimentando o barramento B1 e B3. A PCH e um terceiro gerador, usualmente o WEG 2, funcionam no barramento B2, alimentando a vila e barramento da concessionária. Caso haja possibilidade de exceder a geração para exportação, fecha o disjuntor DJ15 do link, conectando assim os três barramentos.

### 3.5 ATIVIDADE 3 – REDIMENSIONAMENTO DE CARGAS DA SUBESTAÇÃO POÇO DE BOMBAS

Usinas de cana-de-açúcar dependem bastante de disponibilidade de água para o seu funcionamento. Por este motivo, a grande maioria das usinas situam-se próximo à rios para que se possa captar água em abundância para a sua utilização. A usina utiliza o rio Tapuruçu, um afluente do Rio Sirinhaém, para esta finalidade. Para isso, a água é desviada através de um canal e tratada. Após o tratamento, a água necessita ser bombeada para todas as áreas da empresa. É nesta atividade que entra a importância do Poço de Bombas, poço este que possui 8 bombas conectadas a motores elétricos capazes de distribuir água para toda a usina.

Durante a moagem, alguns sinais de sobrecarga no transformador de 2500 kVA da subestação foram apresentados, como um TC apresentando defeito, juntamente com uma chave seccionadora de corrente nominal 3000 A. Uma das principais modificações a ser feita durante o apontamento seria corrigir este erro de dimensionamento.

Para a atividade, foi necessário um levantamento de cargas no transformador, juntamente com um redimensionamento de cabos. Também foi entregue um diagrama antigo do poço, para que pudesse comparar com o estado atual e atualiza-lo. Este trabalho foi feito em conjunto com o encarregado do setor elétrico, Alfredo Juvêncio.

#### 3.5.1 LEVANTAMENTO DE POTÊNCIA INSTALADA

O acesso aos motores não é tão simples e muitos motores apresentam suas placas danificadas, dificultando a obtenção dos dados de placa. Após o levantamento feito, foi possível trabalhar nos cálculos de corrente e dimensionamento do circuito.

A tabela 3 nos mostra todos os motores que até então estavam conectados apenas no transformador de 2500 kVA.

TABELA 3 - MOTORES DO POÇO DE BOMBAS.

<b>Motor</b>	<b>Potência kW (cv)</b>	<b>Rendimento</b>	<b>Fator de Potência</b>
Bomba de água 1	260(350)	-----	-----
Bomba de água 2	260(350)	96%	0,87 at.
Bomba de água 3	220(300)	96,4%	0,87 at.
Bomba de água 4	260(350)	96%	0,87 at.
Bomba de água 5	185(250)	-----	-----
Bomba de água 6	260(350)	96%	0,87 at.
Bomba de água 7	220(300)	-----	-----
Bomba de água 8	110(150)	-----	-----
Bomba de água condensada 1	45(60)	94,1%	0,86 at.
Bomba de água condensada 1	45(60)	94,1%	0,86 at.
Bomba de lavagem de cana 1	240(325)	-----	-----
Bomba de lavagem de cana 1	150(200)	-----	-----
<b>Total:</b>	<b>2270 kW (3045 cv)</b>	<b>95%</b>	<b>0,85 at</b>

Foi decidido então se trabalhar com um rendimento de aproximadamente 95% e um  $fp = 0,85$  at. para que conseguíssemos chegar a um valor aproximado.

Cálculo de corrente e potência sobre o transformador de 2500 kVA:

$$P_{el} = \frac{P}{\eta} \therefore \eta = 95\% \rightarrow P_{el} = \frac{2270}{0,95}; P_{el} = 2389,47 \text{ kW}$$

$$S = \frac{P_{el}}{fp} = \frac{2389,47}{0,85} \rightarrow S = 2811,14 \text{ kVA}$$

$$I_{380} = \frac{S}{\sqrt{3} V} * 1000 = \frac{2811,14}{\sqrt{3} * 380} * 1000 \rightarrow I_{380} = 4276,15 \text{ A}$$

Vemos então que há uma sobrecarga de 12% no Trafo de 2500 kVA, e uma corrente de 1276 A acima do valor nominal da chave seccionadora(3000 A). Os valores reais muito provavelmente seriam ainda maiores, pois os motores já foram revisados inúmeras vezes, o que muito provavelmente causou uma perda no rendimento e uma possível piora no fator de potência.

Em uma decisão, através do Engenheiro Eletricista da empresa, juntamente com a gerência industrial, que seria utilizado um transformador reserva de 1000 kVA que estava sem utilização na indústria.

Com a adição do transformador de 1000 kVA, foi possível transferir os motores da bomba de água 5 e bomba de água 8, somados com a bomba de lavagem de cana 1 e bomba de lavagem de cana 2 para este transformador. Outra atitude tomada foi a compra de mais duas chaves seccionadoras a ser colocada em cada transformador. Outra observação feita foi relacionado a secção do cabo de alimentação das bombas de lavagem de cana 1 e 2, que de acordo com a tabela de capacidade de condução de corrente da NBR 5410 não era suficiente para a corrente que por ele circulava, causando um sobreaquecimento. Foi decidido então pela compra de 300 metros de cabo de 240 mm<sup>2</sup> para reforçar a alimentação.

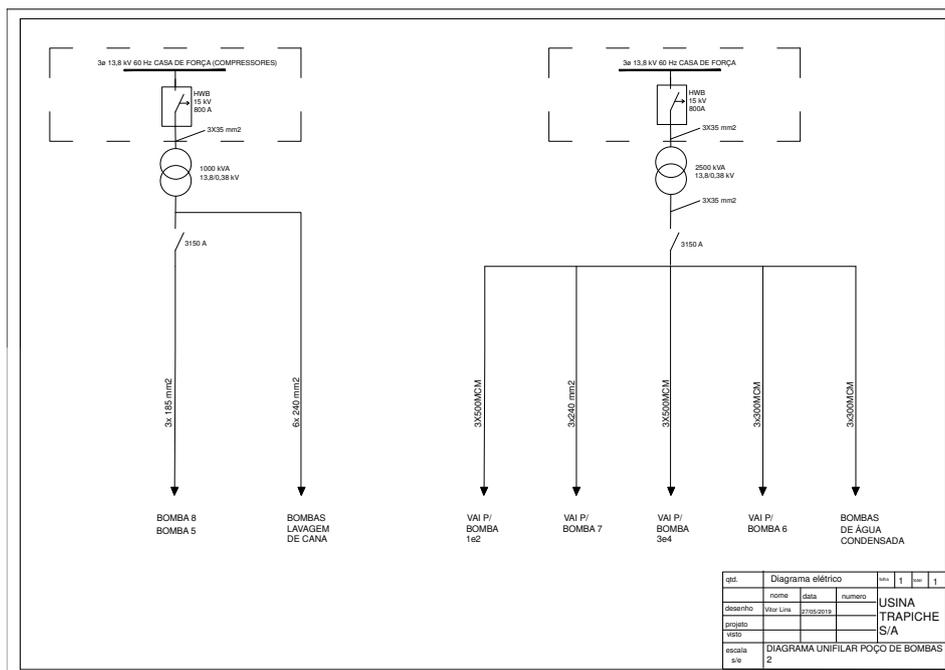
Com a adição do transformador de 1000 kVA, refazendo os cálculos de corrente e potência aparente em cada transformador, pudemos obter os seguintes dados, expostos na Tabela 44.

*Tabela 4 - Levantamento de carga do poço de bombas.*

<b>Transformador</b>	<b>Potência da carga</b>			<b>Corrente (A)</b>	<b>Fator de Potência</b>	<b>Fator de Carga</b>
	<b>Aparente (kVA)</b>	<b>Ativa (kW)</b>	<b>Reativa (kvar)</b>			
1000 kVA	854,50	726,32	449,90	1300,00	0,850 at.	85,45%
2500 kVA	1958,54	1664,76	1031,19	2979,22	0,850 at.	78,34%

Foi decidido que esses números estariam aceitáveis e os trabalhos para a instalação do novo transformador foram iniciados por volta do mês de maio. Na Figura 26 podemos observar como ficou a nova distribuição de carga para a estação de bombeamento de água.

FIGURA 26 - DIAGRAMA UNIFILAR DO POÇO DE BOMBAS.



Fonte: o próprio autor.

Ainda relacionada a esta atividade, foi feita uma revisão no sistema de partidas dos motores, em relação ao diagrama oficial da empresa. Muitos motores utilizavam partida com chave compensadora que foram substituídos por partida estrela-triângulo, porém sem a atualização do diagrama. As devidas atualizações foram feitas de acordo com cada partida do motor.

Podemos ver na Figura 27 a instalação do transformador de 1000 kVA.

FIGURA 27 - INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADOR DE 1000 KVA.



Fonte: o próprio autor.

FIGURA 28 - INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADOR DE 1000 KVA.



Fonte: o próprio autor.

### 3.6 ATIVIDADE 4 – LEVANTAMENTO DE CARGA DE TRANSFORMADOR DA CALDEIRA

Devido aos problemas ocorridos no Poço de Bombas, foi feito um levantamento de cargas de um transformador da caldeira, o qual alimenta as cargas das Caldeiras 3, 4 e 5. Para isso foram utilizados métodos similares ao aplicado na atividade 3. Uma análise minuciosa foi feita nos CCMs das caldeiras, afim de entender as ligações e poder dividir analisar como estava feita a divisão de cargas. Com um auxílio de um

eletricista, foi feita toda a análise de cargas. A Tabela 5 nos apresenta os valores de carga nas caldeiras 3, 4 e 5, respectivamente.

Tabela 5 - Levantamento de carga de transformador da caldeira.

<b>Caldeira 3</b>		
<b>Motor</b>	<b>Potência Mec. (cv)</b>	<b>Potência El. (kW) <math>\eta = 0,86</math></b>
Retorno de Bagaço	60	51,31
Ventilador Primário	200	171,05
Ventilador Secundário	200	171,05
Bomba de Cinza 1	75	64,14
Bomba de Cinza 2	75	64,14
Overfire	100	85,52
Dosador 1	5	4,28
Dosador 2	5	4,28
Dosador 3	5	4,28
Dosador 4	5	4,28
Dosador 5	5	4,28
Dosador 6	5	4,28
Exaustor 1	250	213,81
Exaustor 2	250	213,81
Bomba Foguete	30	25,66
Espargidor	1,5	1,28
<b>TOTAL:</b>	1271,5	1087
<b>Caldeira 4</b>		
<b>Motor</b>	<b>Potência Mec. (cv)</b>	<b>Potência El. (kW) <math>\eta = 0,86</math></b>
Distribuidor de Bagaço + Ventilador	126,5	108,19
Ventilador Primário	100	85,52
Ventilador Secundário	75	64,14
Overfire	100	85,52
Dosador 1	5	4,28
Dosador 2	5	4,28
Dosador 3	5	4,28
Dosador 4	5	4,28
Dosador 5	5	4,28
Dosador 6	5	4,28
Espargidor	1,5	1,28
Exaustor 1	200	171,05
Exaustor 2	200	171,05
8 x Sopradores de fuligem	-----	-----
<b>TOTAL:</b>	833	712

<b>Caldeira 5</b>		
<b>Motor</b>	<b>Potência Mec. (cv)</b>	<b>Potência El. (kW) <math>\eta = 0,86</math></b>
Ventilador Secundário	75	64,14
Ventilador Primário	150	128,28
Espargidor	1,5	1,28
Exaustor 1	200	171,05
Exaustor 2	200	171,05
Esteira de Borracha 1	10	8,55
Esteira de Borracha 2	10	8,55
Esteira de Borracha 3	15	12,83
Esteira de Borracha 4	20	17,10
Dosador 1	5	4,28
Dosador 2	5	4,28
Dosador 3	5	4,28
Dosador 4	5	4,28
Dosador 5	5	4,28
Dosador 6	5	4,28
Tanque de Milhão	40	34,21
<b>TOTAL:</b>	<b>751,5</b>	<b>643</b>

Após o levantamento foi possível perceber que a carga conectada ao transformador de 2500 kVA da caldeira está em aproximadamente 2850 kVA, o que significa uma sobrecarga de 14%. Porém, diferentemente do poço de bombas, a demanda das cargas para este transformador é menor, pois o número de motores que trabalham simultaneamente é menor, bem como a troca de calor nos radiadores são melhores pois atua em um ambiente aberto.

Embora ainda não apresente problemas, é necessária uma maior atenção com o transformador. Nenhuma carga extra poderá ser adicionada nele.

FIGURA 29 - TRANSFORMADORES DA CALDEIRA.



Fonte: o próprio autor.

### 3.7 ATIVIDADE 5 – ALTERAÇÃO DE ACIONAMENTO DE PONTE ROLANTE DA CASA DE CANA COBERTA

#### 3.7.1 EMBASAMENTO TEÓRICO

Durante muitas décadas, motores de indução com rotor bobinado foram o tipo de motor mais utilizado para elevação de cargas, devido a sua característica de controle de torque de partida, facilitando a quebra da inércia da carga. O controle do torque é efetuado através da adição de resistores conectados ao rotor, deslocando assim a curva de torque característica do motor. Este acionamento se mostrava uma forma bastante limitada de tecnologia, entregando um controle pouco sensível, de baixa eficiência, e com a necessidade de manutenção frequente nos componentes empregados. Os motores de rotor bobinado, também chamado de motor de anéis, possui a mesma característica construtiva de um motor de indução com rotor gaiola de esquilo, mas o seu rotor é bobinado com um enrolamento trifásico, acessível através de anéis com escovas coletoras no eixo.

Com a chegada de novos dispositivos semicondutores, equipamentos eletrônicos foram sendo estudados e desenvolvidos no mercado, como novos métodos de acionamento de máquinas elétricas. Equipamentos como os Inversores Estáticos de

Frequência foram apresentados como um sistema mais moderno para aplicações precisas, utilizando formas mais eficientes de controle. Esses novos sistemas vieram a aumentar consideravelmente a eficiência e estão gradativamente à substituir sistemas de acionamento menos robustos na indústria. O acionamento de motores elétricos por inversores de frequência é uma solução relativamente nova, porém sua utilização na indústria nacional vem crescendo exponencialmente. Assim sendo, muitas industriais estão em processo de modernização e aos poucos, o uso de instrumentos eletrônicos para acionamento de motores vem substituindo o sistema de partida anterior a ele.

### 3.7.2 A PONTE ROLANTE DA CASA DE CANA COBERTA

Esta ponte rolante está apresentada na Figura 30 e está situada na área de preparo da cana. A sua principal função durante a moagem é a retirada de pedras que eventualmente venham acompanhando a cana-de-açúcar e que podem causar danos às navalhas e martelos dos principais motores do preparo de cana. Porém, é durante o apontamento que o seu uso é mais frequente. Com a necessidade de desmontar toda a área, ela é utilizada para transporte de peças e equipamentos para o desmonte realizado na casa de cana. Por isso, ao iniciar o apontamento, a reforma desta ponte foi priorizada para que a mesma voltasse ao funcionamento o mais rápido possível.

FIGURA 30 - PONTE ROLANTE DA CASA DE CANA COBERTA.



Fonte: o próprio autor.

A ponte funciona em três movimentações básicas: a movimentação longitudinal, a transversal(Carro) e a vertical(elevação). Os antigos motores da elevação e da

movimentação longitudinal eram motores de rotor bobinado, de potência 30cv e 20cv respectivamente.

A área de funcionamento da ponte é bastante susceptível a poeira, pois há grande movimentação de caminhões, onde acontece o despejo da matéria-prima no estoque e onde ocorre todo o preparo da cana. Somado a isso, temos a dificuldade de fazer a limpeza dos motores e dos contatos, devido a altura e necessidade de guincho para retirada dos motores. O resultado disso eram paradas não programadas para conserto da ponte. Podemos observar nas Figura 31 a quantidade de poeira presente nos motores e no CCM dos motores.

FIGURA 31 - MOTOR DE 20 CV ROTOR BOBINADO. MOVIMENTAÇÃO LONGITUDINAL DA PONTE.



Fonte: o próprio autor.

FIGURA 32 - SOBRAS DE MATERIAL DE CCM ANTIGO E BANCO DE RESISTORES PARA MOTOR DE ROTOR BOBINADO.



Fonte: o próprio autor.

Percebe-se a grande quantidade de detritos sólidos presente nos materiais, ao final da safra.

### 3.7.3 O PROJETO

A ideia inicial era a utilização de três inversores para controle individual dos motores da ponte rolante. Porém, devido a necessidade de terminar o projeto rapidamente, utilizou-se os materiais disponíveis no momento na empresa. Para a elevação e a movimentação longitudinal foi utilizado soft-starters para o acionamento de motores de agora 50 cv e 20 cv, do tipo rotor gaiola de esquilo respectivamente. O motor da movimentação do carro não foi substituído, porém o acionamento foi substituído por um inversor de frequência. A nova CCM foi montada dentro da oficina da empresa em cerca de 15 dias. Após a montagem, foi utilizado um guincho para a instalação da CCM na ponte e testes de funcionamento foram realizados.

FIGURA 33 - NOVA CCM DA PONTE ROLANTE.



Fonte: o próprio autor.

Durante os testes foi notado uma falha de subtensão na entrada com ocorrência frequente. Decidiu-se então substituir a sapata de contato da alimentação da ponte rolante, como mostrada na Figura 34. Podemos perceber que o material se encontrava bastante desgastado, causando assim falhas de contato e consequentemente a subtensão na entrada.

FIGURA 34 - SAPATA DE CONTATO DE PONTE ROLANTE.



Fonte: o próprio autor.

### 3.8 ATIVIDADE 6 – ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA

Dentro da divisão do setor elétrico, a instrumentação eletrônica é responsável por todos os equipamentos relacionados ao sistema de controle da empresa, como também a todos os inversores de frequência e soft-starters. Durante a safra, o setor fica de prontidão tentando identificar eventuais problemas nos instrumentos, ou em caso de parada ,a correção ou substituição do equipamento é realizada. O setor também é responsável pela manutenção dos ramais de comunicação da empresa.

Os equipamentos utilizados nos sistemas de controle da Usina Trapiche são da linha SMAR, incluindo os PLCs, posicionadores, transmissores de pressão, juntamente com o sistema supervisório, sondas de PH, sondas de BRIX, transmissores de densidade,PT-100, entre outros equipamentos específicos.

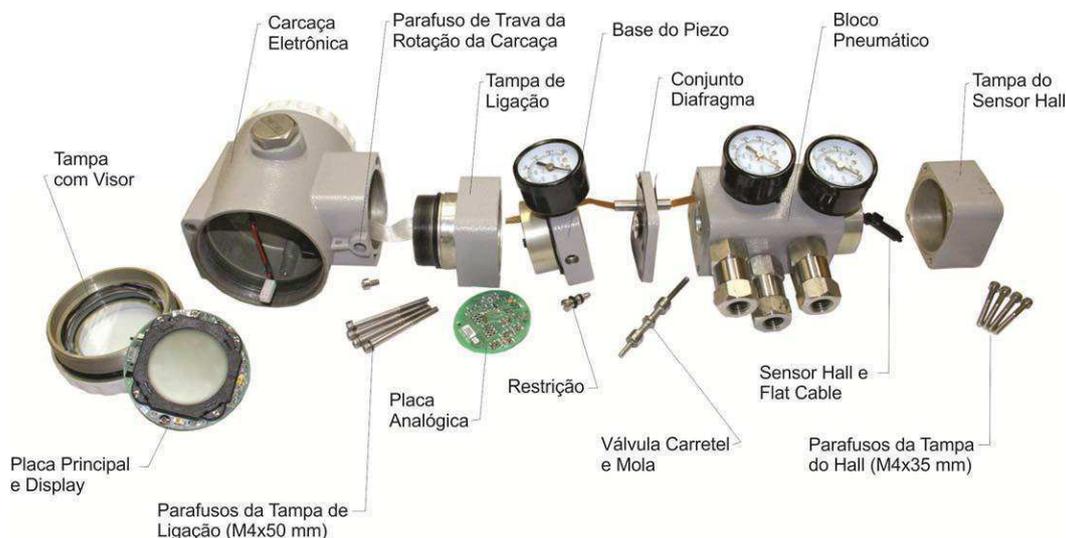
#### 3.8.1 ACOMPANHAMENTO DE LIMPEZA E MANUTENÇÃO DE POSICIONADORES FY301

Posicionadores são instrumentos utilizados para controle de abertura de válvula. A Usina Trapiche utiliza posicionadores da linha FY301 da SMAR. De acordo com o fabricante, o posicionador FY301 é um posicionador inteligente para válvulas de controle linear ação simples (retorno por mola) ou ação dupla, como por exemplo:

globo, gaveta, diafragma, etc. Também é utilizado para válvulas de controle rotativa como: esfera, borboleta ou plugado com atuadores pneumáticos como diafragma, pistão, etc. O FY301 é baseado no bico-palheta, consagrado pelo uso no campo e no sensor de posição por efeito Hall, sem contato físico, que fornece alto desempenho e operação segura.[6].

O posicionador recebe um sinal analógico de corrente de 4-20 mA que define a porcentagem de abertura(ar para abrir) ou fechamento(ar para fechar) da válvula a qual o mesmo controla. A atuação da válvula é por sistema pneumático através da saída de ar do posicionador e a localização de posição é feita pelo sensor Hall localizado na extremidade do equipamento, conectado ao ímã acionador do atuador.

FIGURA 35 - POSICIONADOR DESMONTADO.

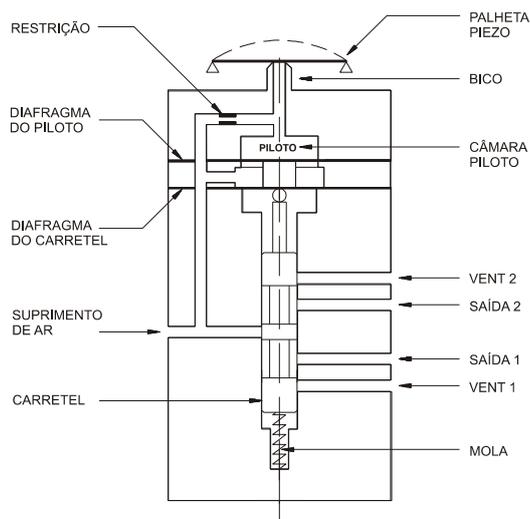


Fonte: Manual FY301

A placa analógica recebe um setpoint vindo da placa principal e a realimentação da posição da válvula através do sensor Hall. Um disco piezoelétrico é usado como palheta no estágio piloto. A palheta é defletida quando nela é aplicada uma tensão pelo circuito de controle.

Quando se tem uma alteração de posição via posicionador, a pressão piloto aumenta ou diminui. Essa mudança na pressão piloto força a válvula para cima ou para baixo, alterando a pressão de saída 1 e saída 2, até um novo equilíbrio ser alcançado, o que resulta numa nova posição da válvula.

FIGURA 36 - ESQUEMA DO TRANSDUTOR PNEUMÁTICO.



Fonte: Manual FY301

- **A manutenção**

A manutenção inicia-se com a desmontagem do posicionador, da forma como mostra a Figura 35, de modo cuidadoso para que não haja danos no equipamento. A depender do local de instalação na indústria, alguns posicionadores apresentam impurezas como óleo ou lama internamente. Essas impurezas muitas vezes causam danos em equipamentos do posicionador.

FIGURA 37 - PLACA ANALÓGICA DE POSICIONADOR COM IMPUREZA.



Fonte: o próprio autor.

A limpeza é feita e após a remontagem uma calibração do piezoelétrico é realizada, conforme instruções da SMAR, presentes no manual da FYCAL[6]. Após a

calibração, um setup do posicionador é feito utilizando um atuador na bancada e linha pneumática de pressão, como na Figura 38.

FIGURA 38 - BANCADA PARA SETUP DE POSICIONADOR SMAR.



Fonte: o próprio autor.

Cada posicionador recebe uma tag indicando a função e parâmetros, e após a revisão recebe certificado de aprovação.

### 3.8.2 SUPERVISÃO DE MANUTENÇÃO DE INVERSORES E SOFTSTARTERS

O uso de eletrônica de potência na indústria vem crescendo a cada ano. Acionamentos de motores que antes utilizavam métodos como partida estrela-triângulo estão sendo substituídas por inversores de frequência ou softstarters. Com o aumento do número de equipamentos, vêm também a necessidade de manutenção feita na empresa, para evitar gastos excessivos com envio do equipamento para serviço externo.

É de responsabilidade da instrumentação eletrônica, ao final da moagem, transportar os equipamentos para a sala da instrumentação, fazer a desmontagem e limpeza de peças. Caso haja necessidade de reposição de peças simples como os ventiladores, ela é feita na própria empresa. Caso haja necessidade de uma manutenção mais aprofundada, o equipamento é enviado para a Emprotec, empresa localizada no Recife-PE.

Podemos ver na Figura 39 um inversor da Schneider Altivar 71 que será feita uma limpeza em todos os componentes. O inversor trabalha na elevação do Tombador 1, no preparo de cana. Como já dito anteriormente, o preparo de cana é uma área de

difícil controle de impurezas no ar, o que faz com que os inversores trabalhem em um ambiente pouco controlado.

FIGURA 39 - MANUTENÇÃO EM INVERSOR ALTIVAR 71.



Fonte: o próprio autor.

### **Manutenção do Painel WEG**

O painel WEG é o nome dado a sala dos CCMs dos motores dos cinco ternos, somados ao motor reserva do primeiro terno. Os inversores foram construídos em painéis exclusivos e feitos sob demanda. Todos os inversores são conectados ao CLP do supervisor da moenda, como mostrado no capítulo anterior. Na manutenção do Painel WEG, o foco maior é na troca de rolamento dos ventiladores, e limpeza em geral.

FIGURA 40 - INVERSOR DE FREQUÊNCIA DO TERCEIRO TERNO.



Fonte: o próprio autor.

FIGURA 41 - MANUTENÇÃO INVERSORES DO PAINEL WEG.



Fonte: o próprio autor.

## 4 CONCLUSÃO

As atividades realizadas durante este estágio foram de grande importância para a formação profissional do estagiário. Ter tido a oportunidade de estagiar em uma empresa com mais de 100 anos de atuação no ramo deu a possibilidade de vivenciar modelos de sistemas elétricos antigos, bem como presenciar os modernos sistemas de controles implementados na empresa e as constantes atualizações na indústria.

Durante o estágio foi possível criar uma aproximação com a área de instrumentação eletrônica, a qual foi pouco estudada pelo estagiário durante a sua graduação devido à ênfase escolhida.

A supervisão do estágio foi de extrema importância para o entendimento dos processos industriais da empresa, bem como no auxílio em momentos de dúvidas. A interação com os funcionários do setor elétrico também foi de grande importância para o estagiário, onde os mesmos não mediam esforços para ajudar quando necessário, em especial os encarregados da instrumentação e da elétrica.

No decorrer do estágio também foi possível adquirir habilidades na gestão de pessoas, característica muito importante para profissionais na área de engenharia. Também foi possível compreender as responsabilidades de cada membro do setor, percebendo as responsabilidades nomeadas aos profissionais da área, aproximando-o das atividades técnicas provenientes do seu campo de estudo.

Disciplinas como Máquinas Elétricas, Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos de Potência, Eletrônica de Potência e Equipamentos Elétricos foram matérias a qual posso destacar como de grande importância para o período de estágio, sendo sempre recorrente atuações que necessitavam conhecimento em cada uma delas. Outras disciplinas como Acionamentos Elétricos, Rede de Computadores e Instrumentação Eletrônica e Controle são umas das disciplinas que podem ser citadas que não foram cursadas, mas poderiam agregar no conhecimento para a indústria.

Os objetivos dispostos da disciplina de Estágio Integrado foram cumpridos com êxito durante o período. As atividades realizadas foram importantes para compreender, em uma visão prática, os problemas enfrentados no dia-a-dia de uma empresa.

## BIBLIOGRAFIA

- [1]Atlas de energia elétrica do Brasil. ANEEL.
- [2] Relatório de Estágio Supervisionado USINA CAETÉS S/A - Unidade Cachoreira. Priscila Dias Pereira - UFCG, Campina grande.
- [3]WEG. CFW09: Inversores de Frequência. Jaraguá do Sul, 2012.
- [4]WEG. Guia Técnico: Motores de indução alimentados por inversores de frequência. Jaraguá do Sul, 2016
- [5]Manutenção preditiva sem interrupção. Disponível em: <<http://www.mmtec.com.br/termografia-manutencao-preditiva-sem-interruptao/>>
- [6]Manual SMAR FY301. Posicionador Inteligente de Válvulas.
- [7]Manual SMAR FYCAL. Dispositivo para Calibração do Transdutor de Pressão
- [8] A. E. Fitzgerald e C. Kingley Jr, “Máquinas Elétricas,” AMGH, New York, 2014.
- [9]Almeida T.M.; Manutenção preditiva: Confiabilidade e Qualidade.
- [10]WEG. Guia de Aplicações de Inversores de Frequência.
- [11]WEG. “Módulo 2: Variação de Velocidade”.
- [12]ABNT. NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão – ABNT. 2004