



**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**  
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

LYZ RODRIGUES PAULO LEITE

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO**  
**USINA MONTE ALEGRE S.A.**

Campina Grande, Paraíba  
Julho de 2015

LYZ RODRIGUES PAULO LEITE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO  
USINA MONTE ALEGRE 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*

Orientador:

Karcus Marcelus Colaço Dantas, D.Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Julho de 2015

Dedico esse trabalho aos meus pais Rita e João Damasco, que fizeram de tudo para que eu pudesse realizar esse sonho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado saúde e determinação nessa importante etapa.

Aos meus pais Rita e João Damasco, por aceitarem minha ausência durante o curso, por investir na minha educação e por se orgulharem tanto quanto eu da profissão que escolhi.

A minha irmã Anna Paula, por partilhar dos mesmos sonhos que eu, por resolver meus problemas, por cuidar dos meus pais e por ser a maior e melhor parceira em todas as batalhas da vida.

Ao meu namorado Caio, por dividir as alegrias e desgostos ao longo do curso, por sempre estar ao meu lado, estudando e cuidando de mim, e por ter tornado minha estadia em Campina Grande a mais alegre possível.

A UFCG, por ter lançado o desafio de me formar na melhor universidade em engenharia elétrica. E ao Departamento de Engenharia Elétrica por fazer jus a esse mérito.

Ao professor Karcius, por toda a prestatividade, conselhos e dedicação para com a consolidação desse trabalho.

A Usina Monte Alegre, pela experiência que me proporcionou, pelos desafios e pelo respeito e paciência que todos tiveram comigo. Assim, agradeço a todos que compõem a usina, a equipe de eletricitas, ao engenheiro Valmor, a gerente Marlene e aos demais amigos que formei na empresa.

Por fim, agradeço imensamente, meus amigos e familiares, por todo carinho e incentivo.

*“É preciso saber que a vida é perfeita e sábia.  
Quando ela não nos dá o que queremos, é porque ainda não é o momento certo.  
Quando estamos prontos, os obstáculos desaparecem e tudo vem às nossas mãos. ”*

Autor desconhecido.

# SUMÁRIO

Lista de Ilustrações .....	viii
Lista de Tabelas .....	x
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	xi
1 Introdução .....	1
2 A empresa Usina Monte Alegre S.A. ....	2
2.1 Valores da empresa .....	3
3 Sistema de produção .....	5
3.1 Entrada de veículos/balança e laboratório .....	5
3.2 Recepção/preparo da cana.....	6
3.3 Fabricação do açúcar .....	8
3.4 Fabricação do etanol .....	10
3.5 Geração de energia elétrica .....	11
4 Atividades realizadas .....	16
4.1 Levantamento dos inversores de frequência CFW09 e CFW11 WEG.....	16
4.2 Instrumentação eletrônica aplicados na destilaria.....	16
4.3 NR-10 aplicada a Usina Monte Alegre .....	17
4.3.1 Prontuário das instalações elétricas .....	17
4.3.2 Procedimentos de trabalho.....	19
4.3.3 EPCs e EPIs .....	20
4.4 Acompanhamento de visitas técnicas .....	21
4.5 Acompanhamento da instalação de malha de aterramento .....	21
4.6 Acompanhamento de manobras de cargas, desligamento e inicialização do gerador 4 .....	23
4.6.1 Desligamento da usina.....	23
4.6.2 Manobras entre cargas .....	24
4.6.3 Inicialização do gerador 10 MW .....	25
4.7 Acompanhamento da manutenção elétrica .....	25
4.7.1 Manutenção nos motores elétricos .....	26
4.7.2 Manutenção nos CCMs e painéis elétricos.....	27
4.7.2.1 Incêndio no CCM Caldeira Dedine .....	28
4.7.3 Acompanhamento de novas instalações elétricas .....	29
4.7.4 Acompanhamento e aferição de pontos quentes.....	32

4.7.5	Acompanhamento da filtragem do óleo do gerador 4 .....	32
4.8	Atualizar dimensionamento dos limites da usina.....	33
4.9	Atualizar contas de energia da usina.....	34
5	Conclusões.....	36
	Bibliografia.....	38

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Usina Monte Alegre S/A – Setor industrial .....	3
Figura 2 - (a) Visão da balança rodoviária, laboratório industrial e sonda. (b) Forrageira. (c) Prensa industrial. (d) Laboratório onde é feito o controle de qualidade. .	6
Figura 3 - (a) Lavagem da cana. (b) Cinco ternos de moenda da Usina Monte Alegre S/A.....	7
Figura 4 - Componentes do equipamento Gerador de Ozônio – (a) Captura e separação do oxigênio do ar atmosférico. (b) Tubo dielétrico onde ocorre o efeito corona. ....	8
Figura 5 - Esquema dos tanques de evaporação existentes na Usina Monte Alegre S/A.....	9
Figura 6 - Destilaria da Usina Monte Alegre S/A. ....	11
Figura 7 - Ciclo <i>Rankine</i> .....	12
Figura 8 - (a) Tratamento da água. (b) <i>Spray</i> . ....	12
Figura 9 - (a) Geradores 4 e 3. (b) Geradores a óleo diese. (c) Gerador 2. (d) Gerador 1. ....	13
Figura 10 - Sistema supervisorio da geração. (a) Acompanhamento geral. (b) Relatório. ....	14
Figura 11 - Subestação 13,8 kV Usina Monte Alegre.....	15
Figura 12 - Esquema do arranjo barramento duplo com um disjuntor de <i>link</i> . ....	15
Figura 13 - Termorresistência PT -100.....	16
Figura 14 - (a) Apresentação da casa de força. (b) Registro da visita dos estudantes....	21
Figura 15 - (a) Esquema de aterramento TN-C. (b) Disposição das hastes na malha. ...	22
Figura 16 - Aterramento do <i>container</i> gerador de ozônio da destilaria.....	23
Figura 17 - Manutenção nos motores elétricos. (a) Extração do rolamento para limpeza e lubrificação. (b) Medição da resistência entre fases. ....	27
Figura 18 - Manutenção nos CCMs e painéis elétricos.....	28
Figura 19 - (a) Consequência do incêndio no CCM Caldeira Dedine. (b) Painel explodido. ....	28
Figura 20 - (a) CCM Dedine antes da reforma. (b) CCM Dedine reformado. ....	29
Figura 21 - Placa do motor Bomba da Caldeira, 300 cv.....	30
Figura 22 - Instalação da Bomba da Caldeira. (a) Bandejamento. (b) Instalação dos equipamentos.....	31
Figura 23 - Inspeção termográfica. (a) Aferição da temperatura. (b) Modelo de relatório emitido pela empresa terceirizada. ....	32
Figura 24 - Filtragem de óleo do gerador.....	33

Figura 25 - Tipos de postes assinalados no <i>layout</i> da usina. ....	34
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Potência dos geradores da Usina Monte Alegre S/A.....	13
Tabela 2 - Bitola de fios e cabos (PVC - 70°C) para alimentação de motores trifásicos em temperatura ambiente de 30°C, instalados em eletrodutos aéreos (Queda de tensão < 2%) - Conforme ABNT NBR - 5410:2004 .....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
°C	Grau <i>Celsius</i> – Unidade de temperatura
A	Ampère – Unidade de corrente
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APR	Análise Preliminar de Riscos
AT	Alta Tensão
ATR	Autorização para Trabalhos com Risco
CCM	Centro de Controle de Motores
CLP	Controlador Lógico Programável
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
COI	Centro de Operações Integradas
Cv	Cavalo Vapor – Unidade de potência
EPCs	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPIs	Equipamentos de Proteção Individual
FS	Fator de Serviço
IFPB	Instituto Federal da Paraíba
IHM	Interface Homem Máquina
Kg.f/cm <sup>2</sup>	Quilograma vezes força por centímetro quadrado – Unidade de pressão
mm <sup>2</sup>	Milímetros quadrados – Unidade de área
NR-10	Norma Regulamentadora número 10
NRs	Normas Regulamentadoras
O <sub>2</sub>	Molécula de oxigênio
O <sub>3</sub>	Molécula de ozônio
OMS	Organização Mundial da Saúde
OS	Ordem de serviço
PCMI	Planejamento e Controle da Manutenção Industrial
PEN	Condutor de proteção e neutro
PIS	Programa de Integração Social
rpm	Rotações por minuto
S/A	Sociedade Anônima
SEP	Sistema Elétrico de Potência
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
VHP	<i>Very High Purity</i>
W, kW, MW	Watts, quilowatts (mil watts), e Megawatts (um milhão de watts) respectivamente, unidades de potência elétrica.
Ω	Ohm – Unidade de resistência elétrica

# 1 INTRODUÇÃO

Este relatório descreve as principais atividades desenvolvidas durante o programa da disciplina Estágio Integrado como pré-requisito indispensável para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

O programa do Estágio contou com uma carga horária de 688 horas que foram integralizadas em 40 horas semanais, tendo seu início em 30 de março de 2015 e sendo finalizado em 31 de julho de 2015.

O estágio foi realizado na Usina Monte Alegre S/A, localizada na cidade de Mamanguape/PB, acompanhando todo processo de fabricação de açúcar, etanol e geração de energia, tendo como matéria-prima a cana-de-açúcar.

A usina faz parte do Grupo Soares de Oliveira, que atua no setor têxtil e sucroalcooleiro com todas empresas localizadas no estado da Paraíba.

A usina é o maior agente da economia da cidade de Mamanguape, gera por safra cerca de 2.000 empregos diretos além de contribuir com ações sociais e ambientais. Também é pioneira na utilização do ozônio para clarificação do açúcar deixando o produto mais natural.

As atividades desenvolvidas ao longo do estágio contemplaram dois períodos da usina, o período de moagem e de apontamento. A indústria de açúcar funciona de forma sazonal, ou seja, depende da época do ano em que a colheita da cana-de-açúcar seja favorável. Assim, pôde-se acompanhar a produção de açúcar, etanol e bioeletricidade no período de moagem e acompanhar a manutenção nos diversos setores da usina quando a mesma parou sua produção, no chamado apontamento.

O trabalho também contempla as atividades realizadas pelo estagiário, tais como, a atualização de planilhas com as contas de energia e com valores dos parâmetros dos inversores de frequência, avaliação da NR-10 quanto aos procedimentos de trabalho e equipamentos de proteção, levantamento e solicitação de orçamentos, acompanhamento da manutenção elétrica e etc. Vale ressaltar que as atividades foram simples devido à legislação que limita as tarefas que podem ser desenvolvidas pelo estagiário.

## 2 A EMPRESA USINA MONTE ALEGRE S.A.

A Usina Monte Alegre S/A, localizada na cidade de Mamanguape-PB, foi fundada em 1940 pela família Fernandes de Lima, que passou da condição de engenho para a fabricação do açúcar.

Em 1990, foi adquirida pelo Grupo Soares de Oliveira, o atual proprietário, cuja instalações e área de cultivo foram ampliadas e modernizadas. Atualmente atua no segmento varejo com a marca Açúcar Alegre. Além desse empreendimento, o Grupo Soares de Oliveira possui a Cisal S/A e a Brastex S/A que atuam na indústria de produtos derivados do sisal e na fabricação de fios de algodão, respectivamente.

Atualmente, seus principais produtos são: o açúcar cristal, triturado, demerara e VHP (*Very High Purity*), além do álcool hidratado e anidro. Todos os tipos de açúcar são fabricados utilizando o ozônio, substância saudável e ecologicamente correta, ao invés do enxofre no processo de clarificação do açúcar. A Usina Monte Alegre é pioneira na fabricação do açúcar mais natural, uma vez que o resíduo do enxofre tem limitações pela OMS (Organização Mundial da Saúde). Na indústria Americana e Europeia a taxa permitida de enxofre é zero, entretanto, no Brasil só existe limite em caso de exportação (SINDACOOOL, 2009).

A empresa é dividida em dois principais setores, o agrícola e o industrial. O setor agrícola é responsável pelo plantio, cultivo e colheita da cana-de-açúcar e gera, anualmente, cerca de 2.000 empregos diretos durante o período de safra (AÇÚCARALEGRE, 2015). O setor industrial recebe a matéria prima e a utiliza para produção de açúcar e etanol, para atender o mercado interno e externo, e energia elétrica, que supre as demandas do campo e da indústria. A Figura 1 apresenta a entrada do setor industrial.



Figura 1 - Usina Monte Alegre S/A – Setor industrial

## 2.1 VALORES DA EMPRESA

A missão que a Usina Monte Alegre faz prevalecer como fundamento de trabalho é produzir açúcar, etanol e energia dentro dos padrões de qualidade, pautado nos princípios administrativos de segurança do trabalhador, na preservação ambiental e responsabilidade social, sendo o principal contribuidor para o desenvolvimento econômico da cidade de Mamanguape/PB.

Para isso, visa acompanhar a evolução tecnológica da indústria açucareira modernizando sempre que possível ou necessário seus equipamentos, produzir energia elétrica limpa e renovável, comprometer-se com o meio ambiente preservando aproximadamente 6 mil hectares de mata Atlântica, recuperando mata ciliares e plantando e distribuindo cerca de 30 mil mudas por ano de espécies nativas da mata Atlântica.

Além disso, visando bem-estar social e qualidade de vida da comunidade, dispõe e mantém escola primária para filhos de colaboradores, faz palestras e seminários

regulares sobre meio ambiente e segurança do trabalhador, organiza campanhas de saúde para homens e mulheres, cursos de capacitação e programações recreativas. E, em parceria com a SESI, dispõe de biblioteca multimídia organizada e equipada para atender a população de Mamanguape.

Os valores que a usina emprega são pautados na: coerência, ética e comprometimento para realização das atividades, alinhamento das práticas de gestão participativa com foco no desempenho, rentabilidade e qualidade da produção, fidelidade à marca Açúcar Alegre, servir com prestatividade e responsabilidade comum a todos os colaboradores para com a sociedade e o meio ambiente.

## 3 SISTEMA DE PRODUÇÃO

A parte industrial da Usina Monte Alegre S/A é composta por diversos setores que são interligados com a finalidade de produzir açúcar, etanol e energia elétrica a partir da cana-de-açúcar. A trajetória da cana-de-açúcar pelos setores da usina será descrita a seguir:

### 3.1 ENTRADA DE VEÍCULOS/BALANÇA E LABORATÓRIO

A cana-de-açúcar colhida no setor agrícola da usina chega ao setor industrial em caminhões que são pesados em duas balanças do tipo rodoviária (Figura 2a) com capacidade total de 180 toneladas e extensão de 18 metros, cada.

Pesa-se a cana com o propósito de controlar a produção, levantar dados da colheita e estimar quanto de açúcar e etanol pode ser produzido. Também, para pagar fornecedores terceiros de cana-de-açúcar, quando necessário.

Conjugado à balança, encontra-se o laboratório industrial. Utilizando a sonda recolhe-se cinco amostras de cada julieta de cana. A cana recolhida é desintegrada pela forrageira (Figura 2b) e separada em porções de 500g para que seja prensada (Figura 2c). Com isso, consegue-se a separação do caldo e da fibra. A finalidade desse processo é analisar a quantidade de Brix (quantidade de sacarose) e de Pol (quantidade de resíduos sólidos) e constatar se a cana está própria para a fabricação.

Para fazer o controle de qualidade, o laboratório recebe caldo, bagaço e mel, e analisa brix, pol e impurezas. Os resultados são repassados para supervisores de produção e todos os dias são gerados boletins com essas informações para gerentes e encarregados. O laboratório onde é feita essa análise é mostrado na Figura 2d.



Figura 2 - (a) Visão da balança rodoviária, laboratório industrial e sonda. (b) Forrageira. (c) Prensa industrial. (d) Laboratório onde é feito o controle de qualidade.

## 3.2 RECEPÇÃO/PREPARO DA CANA

A cana é retirada dos veículos por tombadores que a coloca em mesas para serem lavadas por jatos de água (Figura 3a). Em seguida, é transportada pela esteira metálica por desfibrador e navalha para deixa-la mais moída possível. Durante o curso dessa esteira a cana moída passa por baixo de um ímã para serem retirados os dejetos metálicos que por ventura existam.

Em seguida, a cana cai na esteira de borracha e essa a leva para os cinco ternos de moenda (Figura 3b) para que seja extraído o máximo de caldo possível. Após passar pelo primeiro terno, a quantidade de caldo em relação a fibra cai muito, tornando difícil a extração até o último terno, para melhorar a extração adiciona-se água no terno final da moenda em um processo chamado embebição.

Esta etapa do processo termina com os produtos caldo e bagaço de cana-de-açúcar, o caldo segue para a fabricação e o bagaço para as caldeiras.

A usina conta com motores de 800 cv e 1500 cv para navalha e desfibrador, respectivamente, sendo este último com turbina a vapor como reserva. Os três primeiros ternos são acionados por motores de 800 cv e os últimos dois por turbina a vapor. Isso resulta em capacidade de moagem de 210 toneladas/hora.

Todo o processo é controlado por CLP (Controlador Lógico Programável), tendo como interface o sistema supervisório que se encontra no Centro de Operações Integradas - COI. Cada equipamento é acionado pelo Centro de Controle de Motores - CCM da Moenda, onde encontram-se os painéis de comando e de força.



(a)



(b)

Figura 3 - (a) Lavagem da cana. (b) Cinco ternos de moenda da Usina Monte Alegre S/A.

### 3.3 FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR

O processo de fabricação começa com a produção do ozônio, elemento responsável pela clarificação do açúcar. Para tanto, o ar ambiente é retido, peneirado para liberar os gases indesejados (nitrogênio, carbono, etc.) capturando apenas as moléculas de oxigênio ( $O_2$ ). Essas moléculas recebem descarga elétrica rompendo sua ligação e formando o ozônio ( $O_3$ ). O processo de coleta do oxigênio presente no ar e da quebra das moléculas para a formação de ozônio é feito com os equipamentos mostrados nas figuras 4a e 4b, respectivamente.



Outra forma de clarificação, abolida pela Usina Monte Alegre, é a que utiliza enxofre. Essa prática pode deixar resíduos tóxicos muitas vezes cancerígenos. Já utilizando o ozônio, as moléculas que não reagem com o caldo se desprendem para o ar.

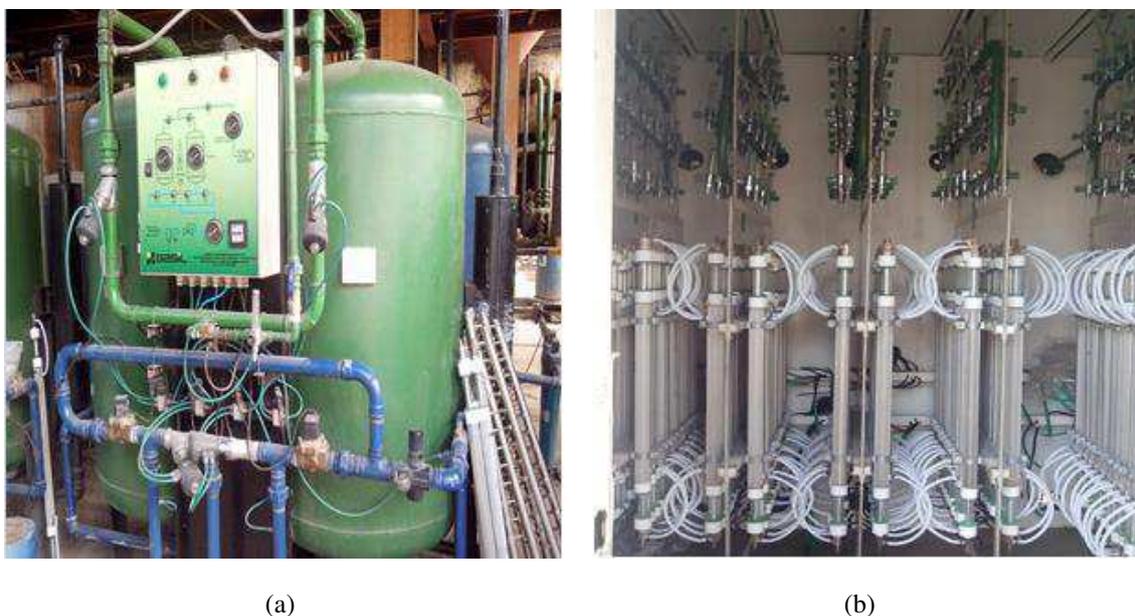


Figura 4 - Componentes do equipamento Gerador de Ozônio – (a) Captura e separação do oxigênio do ar atmosférico. (b) Tubo dielétrico onde ocorre o efeito corona.

Depois de produzido, o ozônio é armazenado e injetado no caldo e os dois ficam circulando 16 minutos enquanto a reação ocorre. Após, o caldo vai para a mexedeira

onde é adicionado cal, essa prática tem a finalidade de neutralizar o pH do caldo. Para catalisar o processo de neutralização, o caldo passa por quatro aquecedores. O caldo aquecido vai para o balão *flash* onde são liberados para a atmosfera os gases resultantes da neutralização. Isso é feito para melhorar a decantação, que é a próxima etapa do processo.

Na decantação, ocorre a separação do lodo ou cachaça que segue para a fabricação de adubo e o caldo decantado é peneirado e segue para o aquecedor; os resíduos da peneira rotativa voltam para o primeiro estágio do processo, pois ainda é possível extrair sacarose. A finalidade de aquecer o caldo, nesse ponto do processo, é aumentar a eficiência do evaporador, e assim o caldo passa de 97 para 125 °C. No processo de evaporação economiza-se vapor vindo da caldeira.

São quatro efeitos de evaporação, esquematizados na Figura 5, para tanto, são utilizados seis evaporadores. Os dois primeiros formam o primeiro efeito, o terceiro e o quarto, o segundo.

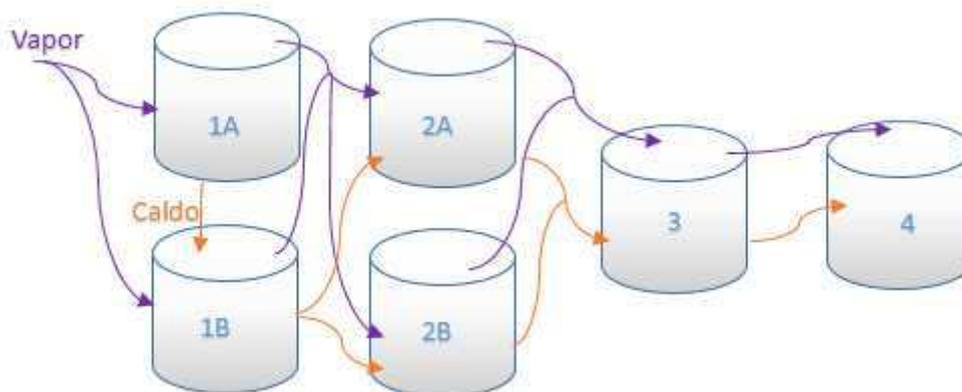


Figura 5 - Esquema dos tanques de evaporação existentes na Usina Monte Alegre S/A.

O caldo entra no primeiro efeito com brix de 14 e após passar pelos evaporadores fica com brix de 60 e é chamado de xarope. É importante o controle do brix nessa etapa, pois, para valores abaixo da referência o cozimento torna-se ineficiente e para valores acima, forma-se cristais, entupindo tubulações, etc.

Após, o xarope é direcionado ao flotador, nesse tanque adiciona-se ácido fosfórico, cal, ar comprimido e polímeros de peso molecular leve para ajudar a flotação.

Os resíduos desse processo voltam para o estágio da mexedeira e o caldo fica armazenado no tanque de xarope.

Nesse ponto do processo o açúcar já está formado devendo passar pelo cristalizador para aumentar o cristal. As centrifugas de primeira e de segunda recebem os produtos formados pelos cozedores de massa A e B, respectivamente. Das centrifugas de primeira sai o açúcar que vai para o secador, triturador, empacotamento e armazenamento; e os méis rico e pobre (que tem maior e menor quantidade de sacarose) voltam para o processo servindo de semente para os cozedores. Das centrífugas de segunda sai o magma que volta para o processo como semente para o cozedor A e o mel final que segue para a destilaria para a produção de etanol.

### 3.4 FABRICAÇÃO DO ETANOL

A destilaria (Figura 6) recebe o mel fornecido pelo setor de fabricação de açúcar. Este mel é combinado com água para produzir uma garapa (mosto) que, por sua vez, é encaminhada para as dornas, grandes recipientes de armazenamento do mosto. As dornas são preenchidas em 25% de seu nível com fermento (composto por leveduras, que são microrganismos naturais usados para a fermentação) e os outros 75% são completados com o mosto.

Inicia-se então, o processo de fermentação onde as leveduras se alimentam dos açúcares contidos no mosto e, em seguida, excretam vinho, o qual é enviado para as colunas de destilação. Nessas colunas ocorre a separação do etanol e a vinhaça. Esta última retorna para o campo onde é acrescida de água e utilizada como adubo na plantação de cana.



Figura 6 - Destilaria da Usina Monte Alegre S/A.

### 3.5 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A Usina Monte Alegre utiliza o processo de cogeração para a produção de energia elétrica. Essa técnica visa baratear os custos de produção diminuindo a quantidade de combustível utilizado, pois, produz simultaneamente energia eletromecânica e calor utilizado no processo fabril. Dessa forma, consegue-se aproveitar até 85% da energia total do combustível: 35% é transformado em energia elétrica pelo sistema convencional e 50% em calor nos aquecedores, cozedores, acionamentos mecânicos, etc.

O processo de obtenção de vapor é feito por Ciclo *Rankine* que converte calor em trabalho. Na Figura 7 podemos observar o trajeto da água pelo ciclo. O bagaço vindo das moendas é queimado com a finalidade de aquecer a água encontrada em tubulações dentro das duas caldeiras. O vapor gerado serve para acionar as turbinas dos geradores e também acionar algumas máquinas na planta, de forma contínua ou como acionamento reserva.

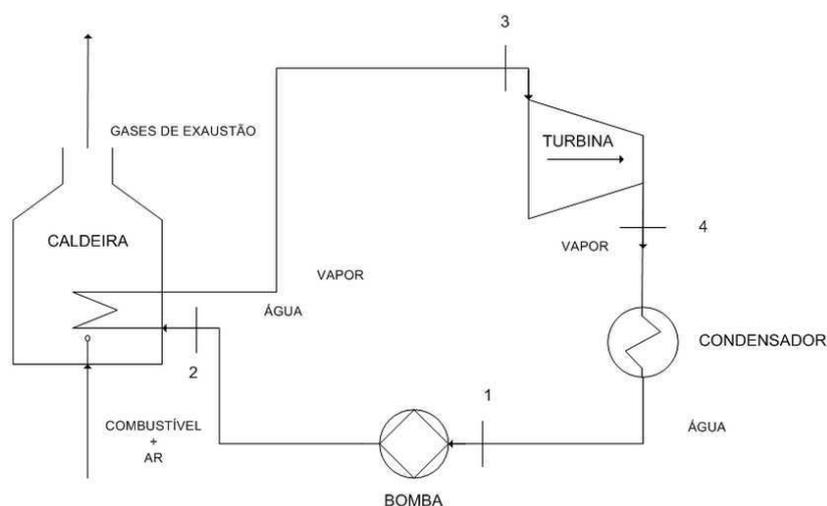


Figura 7 - Ciclo Rankine.

O vapor não utilizado é condensado, tratado e retorna para o processo fechando o laço. A usina dispõe de setores de tratamento (Figura 8a) e de refrigeração (*spray* – Figura 8b) da água, isso garante que ela possa retornar ao processo e ser utilizada na produção do açúcar e de energia elétrica sem prejudicar a produção e os equipamentos.



(a)



(b)

Figura 8 - (a) Tratamento da água. (b) *Spray*.

A usina possui capacidade nominal de produzir 15 MWh com dois geradores, no entanto, gera cerca de 9 MWh.. No total, a Usina Monte Alegre possui seis geradores,

dois da marca Weg que operam regularmente garantindo os 9 MWh (Figura 9a), dois usados como reserva e que geram utilizando óleo *diesel* (Figura 9b) e finalmente, outros dois, apelidados de Mause (Figura 9c) e Mausinha (Figura 9d), que já foram os geradores principais da usina, mas que hoje também são considerados reserva. A tabela 1 informa a potência de cada gerador.

Tabela 1 – Potência dos geradores da Usina Monte Alegre S/A.

Gerador 1	1.500 kVA	380 V
Gerador 2	3.750 kVA	13,8 kV
Gerador 3	6.250 kVA	13,8 kV
Gerador 4	12.500 kVA	13,8 kV
Gerador a <i>diesel</i> 1	360 KVA	380 V
Gerador a <i>diesel</i> 2	360 KVA	380 V



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 9 - (a) Geradores 4 e 3. (b) Geradores a óleo diesel. (c) Gerador 2. (d) Gerador 1.

A casa de força da Usina Monte Alegre comporta todos os geradores, o CCM Moenda/Preparo e a sala de controle geral. Neste último ambiente se pode acompanhar, por meio de um sistema supervisorio, a geração de energia elétrica, a potência consumida na indústria e no campo e o fator de potência. A Figura 10 mostra duas telas do supervisorio da geração. Uma fornece a quantidade de energia elétrica gerada nos quatro geradores e dois quadros a direita com informações acerca do fator de potência e do faturamento da demanda para as contas rural e indústria. E outra, é uma tela especial que traz relatório, em função do tempo, da demanda ativa e do fator de potência, figuras 10a e 10b, respectivamente.



(a)

(b)

Figura 10 - Sistema supervisorio da geração. (a) Acompanhamento geral. (b) Relatório.

Na casa de força também se encontra a subestação principal da usina (Figura 11). Essa subestação pode ser classificada como seccionadora ou de manobra, pois, é destinada a modificar a configuração do sistema elétrico e interligar circuitos de suprimento até subcentros próximos as cargas, responsáveis por rebaixar a tensão de 13,8 kV para 380 V. Ou classificada como abrigada, já que os equipamentos são instalados em edificação que a protege das intempéries do tempo, como chuva, poluição e vento.



Figura 11 - Subestação 13,8 kV Usina Monte Alegre.

O esquema elétrico utilizado é o arranjo em barramento duplo com um disjuntor. Esse esquema, ilustrado na Figura 12, apresenta as seguintes características para a planta elétrica:

- Permite uma maior flexibilidade com ambas as barras em operação.
- Qualquer uma das barras pode ser isolada para a manutenção e ampliação dos circuitos.
- Facilidade da transferência de um dos circuitos de uma barra para a outra com o uso de um único disjuntor de transferência e chaves de manobra.
- O Disjuntor de transferência, quando fechado, permite a colocação dos barramentos em paralelo.

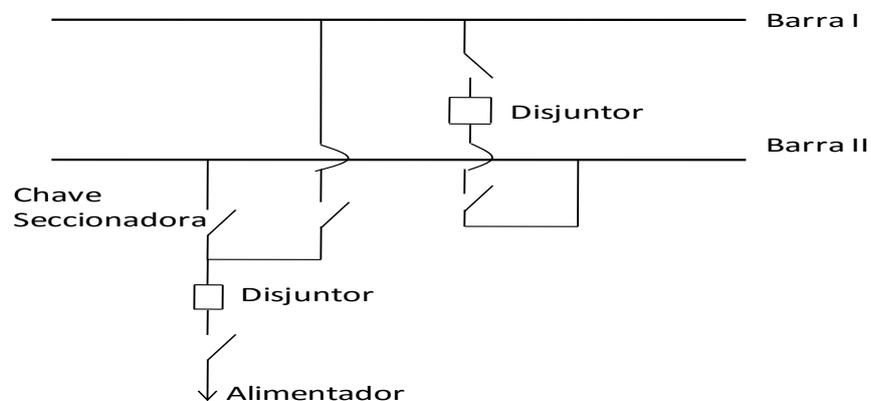


Figura 12 - Esquema do arranjo barramento duplo com um disjuntor de *link*.

## 4 ATIVIDADES REALIZADAS

### 4.1 LEVANTAMENTO DOS INVERSORES DE FREQUÊNCIA CFW09 E CFW11 WEG

No decorrer do estágio, foi realizado o processo de atualização das planilhas que contêm os dados técnicos e parâmetros dos inversores contidos nos diversos setores da usina. A finalidade dessa tarefa consiste em arquivar a programação de cada inversor, bem como suas características técnicas e localização na usina. Isso facilitaria a substituição do equipamento sempre que necessário.

As planilhas contêm no cabeçalho o modelo e o serial do inversor, as características do motor que ele aciona (tensão e corrente nominais, número de pólos, rotação), o equipamento e seu setor na usina. E, a lista corresponde a todos os parâmetros (leitura, configuração, etc.) do inversor. Os dados foram coletados com acompanhamento de técnicos. Foram averiguados os valores das placas dos inversores, dos motores e anotado todos os parâmetros de cada inversor.

### 4.2 INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA APLICADOS NA DESTILARIA

No período de apontamento, houve mudanças significativas na estrutura da destilaria, visando principalmente sua expansão e melhor disposição dos equipamentos. Com isso, surgiu a necessidade de levantamento dos sensores PT-100 (Figura 13) que existiam em cada coluna, para averiguar se os mesmos estavam em perfeito funcionamento e planejar instalação de novos sensores.



Figura 13 - Termorresistência PT -100

A PT-100 é uma termorresistência de platina que a 0 °C representa uma resistência de 100  $\Omega$ . Uma termorresistência – RTD (*Resistance Temperature Detector*) é um instrumento que permite conhecer a temperatura do meio, recorrendo à relação entre a resistência elétrica de um material e a sua temperatura.

A tarefa consistiu na consulta com o encarregado do setor que forneceu o levantamento de todos os sensores existentes nas colunas da destilaria. Isso foi passado para o engenheiro que tomaria os procedimentos cabíveis para substituição ou realocação dos sensores.

Ademais, foi feito o levantamento dos materiais necessários para que a equipe da instrumentação pudesse trabalhar. A lista feita foi encaminhada para fabricantes que retornaram direto para o engenheiro os preços e prazos de entrega. Entre esses equipamentos estão manômetros, termômetros, transmissores de temperatura TxBlock, PT-100 dos tipos j e k, etc. Todos equipamentos com referência, escala e quantidade.

### 4.3 NR-10 APLICADA A USINA MONTE ALEGRE

As Normas Regulamentadoras – NRs fornecem orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e medicina do trabalho no Brasil. As NRs foram aprovadas pela Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho.

A Norma Regulamentadora número 10 estabelece os requisitos mínimos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade (NR-10.1.1 – Objetivo e campo de aplicação).

O setor de segurança do trabalho e o engenheiro responsável pelo setor elétrico apontam procedimentos que devem ser adotados visando diminuir acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, para assim proteger a integridade do trabalhador. Neste intuito, são realizados estudos das normas vigentes, reuniões periódicas sobre prevenção ou para apurar acidentes ocorridos e sanar o agente causador.

#### 4.3.1 PRONTUÁRIO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A usina conta com a consultoria de uma empresa especializada para se adequar a NR-10. Cabe ao consultor orientar para a atualização do prontuário NR-10 da usina,

este arquivo contém a documentação dos eletricitistas (autorização para trabalhar com eletricidade, certificados, etc.), diagramas unifilares, procedimento de ensaios de Equipamentos de Proteção Individual – EPIs e Equipamentos de Proteção Coletiva – EPCs, aterramentos, proteção para descargas atmosféricas, etc. Esse prontuário atende os dispostos da NR-10 transcritos a seguir:

**10.2.3** *As empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção.*

**10.2.4** *Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75 kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo:*

- a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;*
- b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;*
- c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;*
- d) documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;*
- e) resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;*
- f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;*
- g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.*

**10.2.5** *As empresas que operam em instalações ou equipamentos integrantes do sistema elétrico de potência devem constituir prontuário com o conteúdo do item 10.2.4 e acrescentar ao prontuário os documentos a seguir listados:*

- a) descrição dos procedimentos para emergências; e*
- b) certificações dos equipamentos de proteção coletiva e individual;*

**10.2.5.1** *As empresas que realizam trabalhos em proximidade do Sistema Elétrico de Potência devem constituir prontuário contemplando as alíneas “a”, “c”, “d” e “e”, do item 10.2.4 e alíneas “a” e “b” do item 10.2.5.*

**10.2.6** *O Prontuário de Instalações Elétricas deve ser organizado e mantido atualizado pelo empregador ou pessoa formalmente designada pela empresa, devendo permanecer à disposição dos trabalhadores envolvidos nas instalações e serviços em eletricidade.*

Neste âmbito, coube à estagiária atualizar a documentação dos eletricitas colocando no prontuário certificados dos cursos realizados recentemente de NR-10 e SEP (Sistema Elétrico de Potência) e retirando os arquivos sem validade. Coube também, a elaboração de ata para confirmação de presença em curso de reciclagem.

#### 4.3.2 PROCEDIMENTOS DE TRABALHO

Tanto no período de apontamento quanto na moagem, as equipes de eletricitas devem seguir um roteiro pré-determinado e padronizado bem como a norma orienta.

**10.11.1** *Os serviços em instalações elétricas devem ser planejados e realizados em conformidade com procedimentos de trabalho específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, assinados por profissional que atenda ao que estabelece o item 10.8 desta NR.*

**10.11.2** *Os serviços em instalações elétricas devem ser precedidos de ordens de serviço específicas, aprovadas por trabalhador autorizado, contendo, no mínimo, o tipo, a data, o local e as referências aos procedimentos de trabalho a serem adotados.*

**10.11.3** *Os procedimentos de trabalho devem conter, no mínimo, objetivo, campo de aplicação, base técnica, competências e responsabilidades, disposições gerais, medidas de controle e orientações finais*

**10.11.7** *Antes de iniciar trabalhos em equipe os seus membros, em conjunto com o responsável pela execução do serviço, devem realizar uma avaliação prévia, estudar e planejar as atividades e ações a serem desenvolvidas no local, de forma a atender os princípios técnicos básicos e as melhores técnicas de segurança aplicáveis ao serviço.*

Nesse sentido, no período de safra, quando acontece qualquer ocorrência que necessita de eletricista o engenheiro ou o encarregado do setor elétrico é informado, avalia os procedimentos que devem ser executados e designa uma equipe, geralmente de

dois eletricitistas. No período de apontamento, os eletricitistas executam tarefas planejadas e geralmente trabalham em equipes maiores.

Para tanto, em qualquer que seja a atividade, deve ser emitido, junto ao PCMI (Planejamento e Controle da Manutenção Industrial) uma OS (Ordem de serviço), esse documento especifica o setor da falha ou da manutenção, os procedimentos adotados, equipamentos de segurança, data, responsável pela execução do serviço, etc.

A próxima etapa para a execução do trabalho é averiguar os riscos a que se expunham os trabalhadores e mecanismos para contorná-los. Nessa etapa era preenchido a ATR (Autorização para Trabalhos com Risco), toda a equipe se reunia, lia e assinalava os requisitos verificáveis no documento. A ATR também continha a APR (Análise Preliminar de Riscos) que atentava os trabalhadores para os riscos mais prováveis afim de que estes não passem despercebidos.

Assim, a função da estagiária foi providenciar em algumas tarefas a OS, analisar junto com as equipes de eletricitistas os riscos e planejar melhor execução da tarefa, preencher a ATR de modo a verificar todos os itens de segurança e por fim, organizar e arquivar esse documento.

#### 4.3.3 EPCs E EPIS

As NRs trabalham juntas para resguardar saúde e integridade física dos trabalhadores na execução de suas tarefas. Na NR-6 fica definido a obrigatoriedade das empresas em fornecer a seus empregados EPIS sempre que as condições de trabalho o exigirem. O ponto 10.2.9.1 da NR-10 faz referência a NR-6 e enfatiza a necessidade de equipamentos de segurança específicos e adequados às atividades desenvolvidas.

Para estar de acordo com a norma NR-10, a usina solicitou ensaio nas luvas de Alta Tensão – AT, adquiriu escada especificada para eletricitista, solicitou compra de novas luvas e cinto paraquedista e repõe vestimentas a cada período, safra e entressafra.

A estagiaria levantou a quantidade e o tamanho de luvas AT para todos os eletricitistas e solicitou orçamento de fornecedores para luvas certificadas, classe 2, 20 kV, e cintos paraquedistas. Os orçamentos foram enviados direto para o engenheiro e o departamento de segurança do trabalho, eles, em consenso decidirão o melhor e requisitarão a compra.

#### 4.4 ACOMPANHAMENTO DE VISITAS TÉCNICAS

Durante o período de estágio, turmas da UFPB (Universidade Federal da Paraíba) e do IFPB (Instituto Federal da Paraíba) de cursos variados como química, usinagem, engenharia de produção, entre outros, compareceram a Usina Monte Alegre a fim de realizar visitas técnicas e familiarizar-se com o trabalho desenvolvido de suas futuras profissões.

O departamento de segurança de trabalho acompanhava os estudantes por toda a usina e os responsáveis por cada setor apresentava seu ambiente de trabalho e os principais equipamentos.

Nessas visitas, a estagiária acompanhou e orientou os estudantes quando os mesmos passavam pela casa de força. A Figura 14 registra a visita dos estudantes na Usina Monte Alegre.



(a)



(b)

Figura 14 - (a) Apresentação da casa de força. (b) Registro da visita dos estudantes.

#### 4.5 ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DE MALHA DE ATERRAMENTO

A grande gama de aplicações do uso de ozônio na indústria de alimentos, agricultura e outros setores, está atrelado a sua capacidade de matar germes e bactérias.

Sua aplicação elimina o risco de deixar odores desagradáveis ou traços de antissépticos usados na preservação de produtos alimentares (Eaglesat, 2015 – Empresa especializada no desenvolvimento de geradores de ozônio). Assim, com a finalidade obter um agente germicida e bactericida atuando na destilaria, teve-se que instalar um novo *container* que captaria o ar ambiente até transformá-lo em ozônio (processo descrito no tópico 3.3).

Coube à estagiária acompanhar a instalação da malha de aterramento necessária para a proteção do circuito e dos trabalhadores. Foi feito um aterramento do tipo TN, nesse esquema a fonte é aterrada e na instalação todas as partes metálicas expostas e as partes também metálicas, mas não pertencentes à instalação, são ligadas ao condutor neutro (SCHNEIDER, 2015). As variações do esquema TN são: TN-C, TN-S e TN-C-S. O esquema utilizado na instalação do gerador de ozônio foi o TN-C (Figura 15a), nesse esquema o condutor neutro é também usado como condutor de proteção e é chamado de PEN (condutor de proteção e neutro).

Foram utilizadas quatro hastes de cobre de três metros equidistantes aproximadamente três metros, como mostra a Figura 15b.

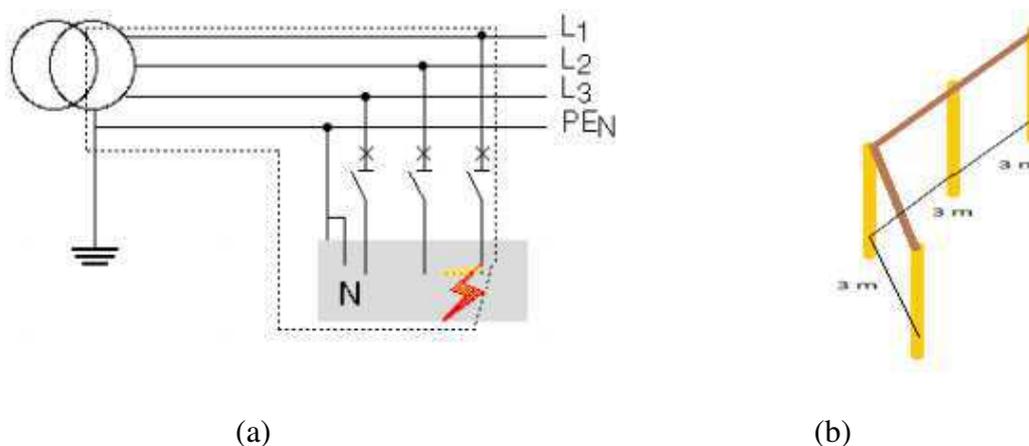


Figura 15 - (a) Esquema de aterramento TN-C. (b) Disposição das hastes na malha.

A Figura 16 registra a equipe de eletricitistas executando a tarefa.



Figura 16 - Aterramento do *container* gerador de ozônio da destilaria.

#### 4.6 ACOMPANHAMENTO DE MANOBRAS DE CARGAS, DESLIGAMENTO E INICIALIZAÇÃO DO GERADOR 4

A Usina Monte Alegre possui barramento duplo com um disjuntor de link, esse arranjo permite maior flexibilidade para realização de manobras. Assim, o barramento pode ser configurado de acordo com o funcionamento da usina: em época de moagem, um barramento recebe a energia gerada pelo gerador 4 e abastece o setor industrial da empresa, o outro barramento recebe a energia do gerador 3 e abastece o setor rural; e no período de apontamento, ambos barramentos recebem energia da concessionária, mas que, no entanto, faturam em contas distintas.

##### 4.6.1 DESLIGAMENTO DA USINA

A Usina Monte Alegre efetua desligamentos gerais em manutenções programadas e no período de apontamento. A justificativa para esse feito dar-se pela necessidade de reparo ou substituição de alguns equipamentos que normalmente encontra-se energizados.

O processo de desligamento acontece com o seccionamento da chave responsável pela conexão da usina com a concessionária. O procedimento protocolado segue as instruções do item 10.5.1 da NR-10.

*10.5.1 Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os procedimentos apropriados, obedecida a sequência abaixo:*

- a) Seccionamento;*
- b) Impedimento de reenergização;*
- c) Constatação da ausência de tensão;*
- d) Instalação de aterramento temporário com equipotencialização dos condutores dos circuitos;*
- e) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada;*
- f) Instalação da sinalização de impedimento de reenergização.*

#### 4.6.2 MANOBRAS ENTRE CARGAS

Frequentemente, as cargas da usina são passadas de um barramento para o outro com a finalidade de isolar circuitos, ou de ora usar gerador, ora usar a rede da concessionária. Para isso, alguns cuidados devem ser tomados:

1. Os fluxos de corrente, na nova configuração da rede, após as manobras, não devem ultrapassar os valores limites de ampacidade dos condutores.
2. A capacidade nominal de chaves fusíveis, seccionadoras e de operação sob carga não deve ser ultrapassada durante as manobras.
3. Para os casos de desligamento ou energização de trechos que possuam instalados bancos de capacitores, estes devem ser retirados de operação antes da execução das manobras.
4. Cada um dos alimentadores deve estar em condições de suportar toda a corrente do outro, sem provocar sobrecarga em qualquer de seus componentes.
5. As chaves operadas nas manobras de paralelismo e interligação devem ser tripolares e operáveis com carga.
6. Atentar para o fator de potência após a manobra, este deve estar acima de 0,92 (capacitivo ou indutivo).

#### 4.6.3 INICIALIZAÇÃO DO GERADOR 10 MW

Após finalizado a manutenção programada ou o período de apontamento, o setor elétrico volta as atenções para o bom funcionamento do gerador de 10 MW. Operá-lo corretamente garante que o mesmo obtenha bom desempenho, sendo desnecessário manutenção no período de moagem. Assim, sua inicialização dar-se com o seguinte procedimento:

1. Verificar se os ramais estão manobrados para o mesmo barramento do gerador.
2. Colocar a turbina em funcionamento:
  - a. Ligar a bomba de óleo de lubrificação;
  - b. Ligar o exaustor de névoa;
  - c. Ligar a turbo-bomba.
3. Verificar se todos os drenos e válvulas *by-pass* estão abertas para garantir liberação do vapor na linha.
4. Verificar a refrigeração da turbina e do gerador.
5. Observar se a pressão do vapor vindo das caldeiras está maior que 16 Kg.f/cm<sup>2</sup>, deixar a máquina operar em 1000 rpm e após dez minutos liberar a rotação nominal, 1800 rpm.
6. Fazer a excitação e a sincronização.

A temperatura e pressão nos diversos pontos do conjunto turbina-gerador são constantemente monitorados através do sistema IHM (Interface Homem Máquina).

O paralelismo, ou sincronização, pode ser realizado entre a os geradores 3 e 4 ou entre um gerador e a concessionária.

#### 4.7 ACOMPANHAMENTO DA MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Podemos definir manutenção como o conjunto de cuidados técnicos para o funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos e instalações. Na Usina Monte Alegre S/A acontece os três tipos de manutenções, a corretiva, preventiva e a preditiva.

A manutenção corretiva consiste no conjunto de serviços executáveis nos equipamentos com falha, os reparos são executados sem planejamento e em caráter emergencial.

A manutenção preventiva é a efetuada com a intenção de reduzir a probabilidade de falha de uma máquina ou equipamento. Normalmente, o período de revisão obedece a um cronograma baseado principalmente no histórico do equipamento ou recomendações do fabricante.

A manutenção preditiva é um conjunto de programas especiais (análise e medição de vibrações, termografia, análise de óleo, etc.) orientados para o monitoramento de máquinas e equipamentos em serviço. Sua finalidade é predizer falhas e detectar mudanças no estado físico que exijam serviços de manutenção, com a antecedência necessária para evitar quebras ou estragos maiores (CIMM – Centro de Informação Metal Mecânica).

No período de moagem, programa-se paradas regulares para manutenção preventiva, e também, a usina chegar a interromper a produção por necessidade de manutenção corretiva. No apontamento, toda manutenção é planejada.

#### 4.7.1 MANUTENÇÃO NOS MOTORES ELÉTRICOS

A maioria dos motores da usina são do tipo trifásicos de indução com rotor de gaiola do fabricante Weg. A manutenção nesses motores consiste em inspecionar periodicamente níveis de isolamento, a elevação de temperatura (enrolamentos e mancais), desgastes, lubrificação dos rolamentos, vida útil dos mancais, eventuais exames no ventilador, quanto ao correto fluxo de ar, níveis de vibração, desgastes de escovas e anéis coletores (Weg – Manual de Instalação e Manutenção).

Nos principais motores da usina essa inspeção é mais criteriosa e feita por consultores. Ademais, a equipe elétrica é responsável pela limpeza e lubrificação. No período de apontamento, todos os motores são levados à oficina elétrica onde é feita essa manutenção, como mostra a Figura 17.



(a)

(b)

Figura 17 - Manutenção nos motores elétricos. (a) Extração do rolamento para limpeza e lubrificação. (b) Medição da resistência entre fases.

#### 4.7.2 MANUTENÇÃO NOS CCMs E PAINÉIS ELÉTRICOS

No período de moagem, toda intervenção realizada nos CCMs é de caráter emergencial, isto é, prioriza-se a retomada do funcionamento do equipamento ou sistema defeituoso no menor tempo possível sem que haja, no entanto, preocupação com a melhor técnica utilizada, *layout* do quadro ou acabamentos.

Além disso, por se tratar de uma indústria antiga, muitas instalações, mesmo que não apresentem falhas, merecem manutenção. Assim, no apontamento, as equipes se dividem em trabalhos de reforma, realocação e reorganização dos CCMs. Coube à estagiária acompanhá-los.



Figura 18 - Manutenção nos CCMs e painéis elétricos.

#### 4.7.2.1 *INCÊNDIO NO CCM CALDEIRA DEDINE*

No dia 9 de janeiro deste ano, uma instalação mal dimensionada de banco de capacitores explodiu o CCM de uma das caldeiras da usina. A empresa estava em período de moagem, logo, a manutenção foi feita para que se restabelecesse o funcionamento o mais rápido possível. Os plantões trabalharam juntos nesse reparo e em cerca de oito horas a usina voltou a funcionar.

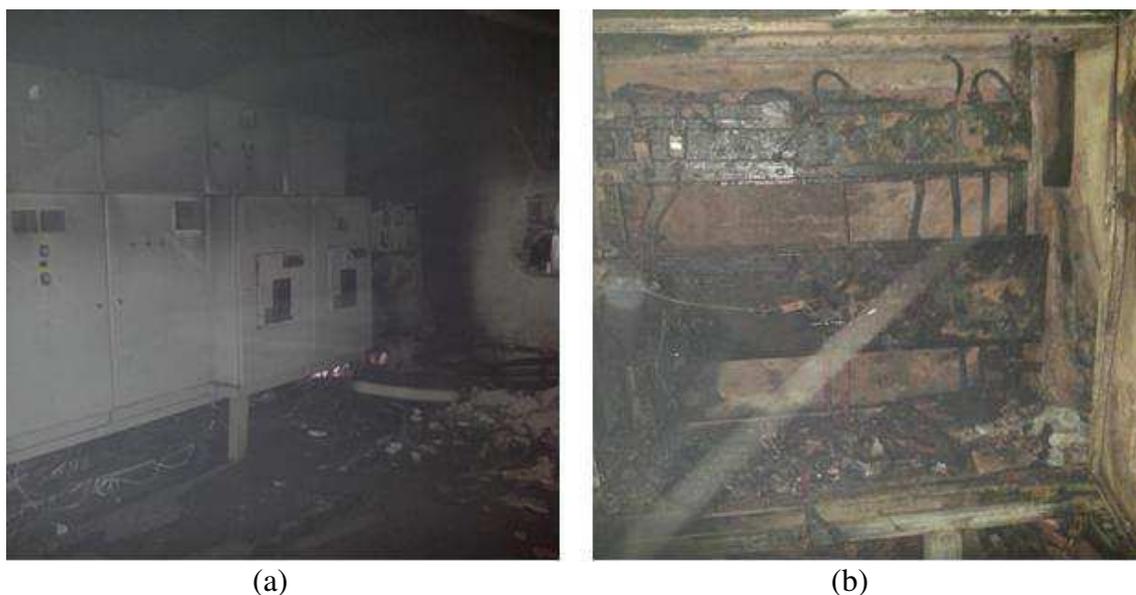


Figura 19 - (a) Consequência do incêndio no CCM Caldeira Dedine. (b) Painel explodido.

Foram retirados e substituídos os equipamentos condenados, avaliados os que ainda podiam funcionar, a fiação foi retirada, estendida, cortada a parte carbonizada e emendada, foi feita limpeza nos equipamentos e refeita as ligações.

No apontamento, esse CCM foi completamente reformado, os disjuntores foram mandados para manutenção em empresa especializada, os painéis foram desmanchados e remontados e as paredes foram pintadas. A Figura 20 mostra um comparativo entre o CCM após o incêndio e após a reforma, que foi concluída no mês de junho.

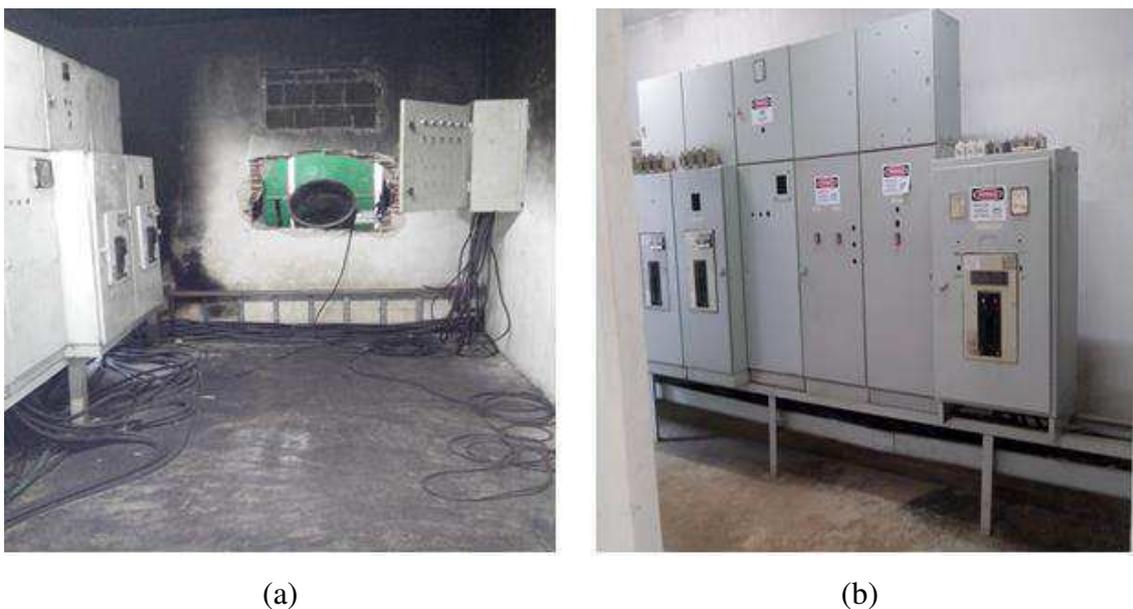


Figura 20 - (a) CCM Dedine antes da reforma. (b) CCM Dedine reformado.

#### 4.7.3 ACOMPANHAMENTO DE NOVAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

No decorrer do estágio pode-se acompanhar muitas instalações novas, a maioria de motores. Uma, em especial, aconteceu no final da moagem, teve-se que instalar um motor que bombearia água aquecida para a entrada de alimentação de uma das caldeiras.

É de grande importância observar a correta alimentação de energia elétrica. A seleção dos condutores, sejam os dos circuitos de alimentação dos motores, sejam os dos circuitos terminais ou dos de distribuição, deve ser baseada na corrente nominal dos motores, conforme norma ABNT – NBR 5410.

A seguir será feito o dimensionamento para os condutores do motor em questão, este é de 300 cv, II pólos, trifásico, corrente nominal de 388 A, FS (Fator de Serviço)

1,15, está localizado 50 metros da rede de alimentação, opera em regime permanente (S1) e a instalação dos condutores será aérea.

1. Para a determinação da corrente do condutor, conforme a norma ABNT-NBR 5410/2004, deve ser utilizada a corrente de placa do motor (Figura 21), ou a corrente de placa do motor multiplicada pelo FS quando existir, e localizar este valor na tabela correspondente.

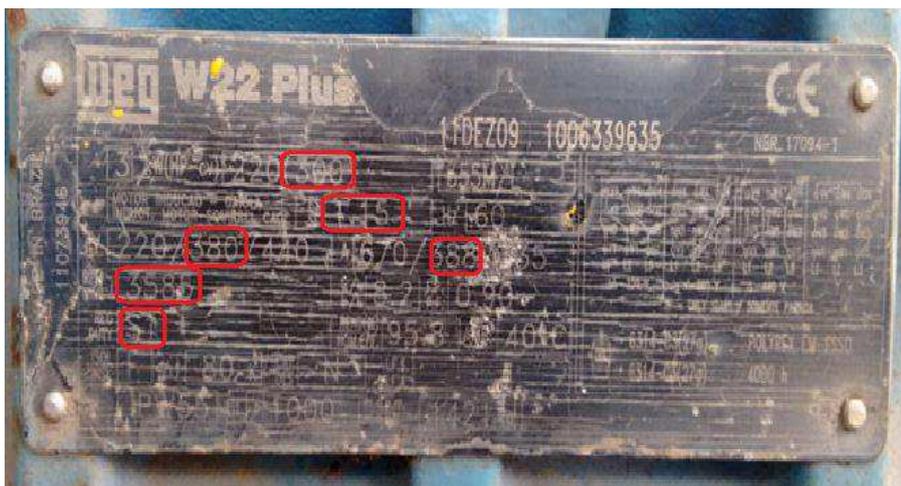


Figura 21 - Placa do motor Bomba da Caldeira, 300 cv.

$$I = 388 \times 1,15 = 446,2 \text{ A} \quad \text{Eq. (2)}$$

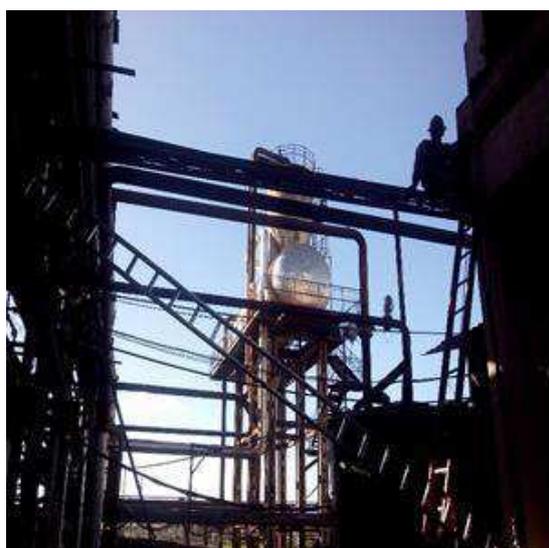
2. Assim temos:  $I = 446,2 \text{ A}$ ,  $d = 50 \text{ m}$ , devemos então ir até a tabela 2, localizando primeiro o ponto da tensão e a distância, em seguida localizar o valor da corrente mais próximo do calculado, que neste caso, é  $485 \text{ A}$ . Indo para a direita e cruzando com a coluna, distância e tensão, chegaremos ao condutor apropriado que é de  $240 \text{ mm}^2$ .

Tabela 2 - Bitola de fios e cabos (PVC - 70°C) para alimentação de motores trifásicos em temperatura ambiente de 30°C, instalados em eletrodutos aéreos (Queda de tensão < 2%) - Conforme ABNT NBR - 5410:2004

Tensão (V)	Distância do motor ao painel de distribuição ( metros )														
	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	
110	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	
220	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200	250	300	
380	35	50	70	80	100	140	170	200	240	280	310	350	430	520	
440	40	60	80	100	120	160	200	240	280	320	360	400	500	600	
Corrente (A)	Bitola do fio ou cabo ( condutor em mm² )														
	2,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	10	10	16	16	25
8	2,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	10	10	16	16	25
11	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	10	10	10	16	16	25
13	2,5	4	4	6	6	10	10	10	10	10	10	10	16	16	25
17	2,5	4	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10	16	16	25
24	4	6	10	10	10	10	16	25	25	25	25	25	35	35	50
33	6	10	10	16	16	16	25	25	25	35	35	35	50	50	70
43	6	10	16	16	25	25	25	35	35	50	50	50	70	70	95
60	10	16	25	25	25	35	35	50	50	70	70	70	95	95	120
82	16	25	25	35	35	50	50	70	70	95	95	95	120	120	150
110	25	25	35	50	50	70	70	95	95	120	120	120	150	150	240
137	35	35	50	50	70	70	95	95	120	150	150	150	185	240	300
167	50	50	50	70	70	95	95	120	150	185	185	185	240	300	400
216	70	70	70	95	95	120	150	185	240	300	300	300	400	500	630
264	95	95	95	95	120	150	185	240	300	300	300	400	500	630	800
308	120	120	120	120	150	185	240	300	300	300	400	400	500	630	800
356	150	150	150	150	150	240	300	300	300	400	400	400	500	630	800
409	185	185	185	185	185	240	300	300	400	400	500	500	630	800	1000
485	240	240	240	240	240	300	400	400	500	500	630	630	800	1000	1000
561	300	300	300	300	300	400	400	400	500	630	630	800	800	1000	-
656	400	400	400	400	400	400	500	500	630	630	800	800	1000	1000	-
740	500	500	500	500	500	500	630	630	800	800	1000	1000	-	-	-
855	630	630	630	630	630	630	800	800	1000	1000	-	-	-	-	-
971	800	800	800	800	800	800	800	800	1000	-	-	-	-	-	-
1079	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	-	-	-	-	-	-

Na usina, essa instalação foi feita com 2 condutores de 150 mm<sup>2</sup> por fase, além de estar sobredimensionada, se fossemos comprar os condutores seria mais vantajoso do ponto de vista econômico adquirir o cabo de 240 mm<sup>2</sup>, no entanto, a usina estava reutilizando os condutores de outra instalação desmanchada.

O disjuntor (1600 A) foi utilizado apenas para seccionamento. Se o intuito de sua utilização fosse a proteção do equipamento, teríamos uma instalação inapropriada, visto que sua corrente é muito maior que a corrente máxima suportada pelos condutores, toda proteção será feita pelo inversor de frequência (380 V, 470 A).



(a)



(b)

Figura 22 - Instalação da Bomba da Caldeira. (a) Bandejamento. (b) Instalação dos equipamentos.

#### 4.7.4 ACOMPANHAMENTO E AFERIÇÃO DE PONTOS QUENTES

Essa tarefa consiste na inspeção termográfica nos equipamentos elétricos da usina (quadros elétricos, chaves, transformadores, barramentos, disjuntores, etc.). É contratada uma empresa especializada que emite um laudo indicando as correções necessárias, comprovados por termogramas e fotografias dos pontos de calor excessivo.

Essa atividade consta como manutenção preditiva, sendo realizada por empresa terceirizada cerca de três vezes por moagem. O setor elétrico da Usina Monte Alegre S/A possui o pirômetro (equipamento que mede irradiação térmica da superfície de um objeto e informa a temperatura) e monitora com mais frequência os equipamentos.

Coube à estagiária acompanhar o técnico responsável durante a aferição das temperaturas para elaboração de relatório. E também monitorar equipamentos ditos como críticos com o pirômetro. A Figura 23 mostra a aferição da temperatura e ilustra o conteúdo do relatório elaborado.

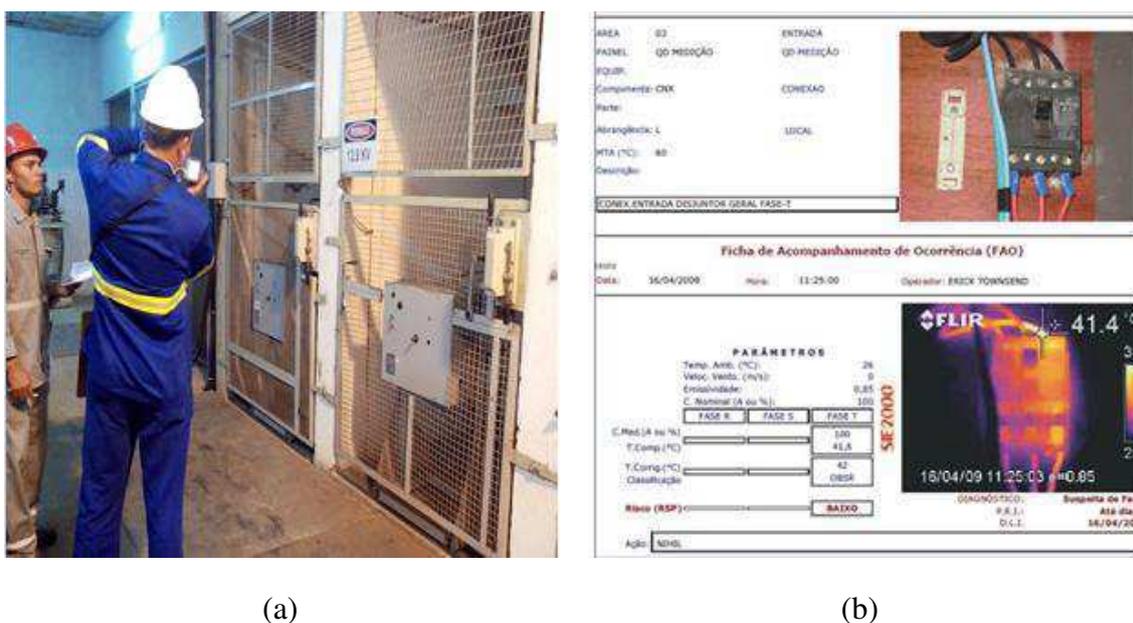


Figura 23 - Inspeção termográfica. (a) Aferição da temperatura. (b) Modelo de relatório emitido pela empresa terceirizada.

#### 4.7.5 ACOMPANHAMENTO DA FILTRAGEM DO ÓLEO DO GERADOR 4

Uma das manutenções feitas no gerador é a filtragem do óleo lubrificante, esse tratamento visa o condicionamento físico completo do fluido, aumentando o grau de

limpeza e reduzindo o teor de água, gases, sólidos e borras a níveis excedentes aos do óleo novo.

As principais vantagens consistem na multiplicação da vida útil do lubrificante, uma vez que o mesmo se torna ácido em função da combinação de temperatura com alguns gases (principalmente oxigênio e hidrogênio), partículas metálicas (tais como ferro e chumbo) e água. E na preservação de componentes internos (bombas e válvulas), pois, os gases facilitam o atrito entre peças, são corrosivos e aumentam as perdas na transmissão de potência. Foi contratada uma empresa especializada e a filtragem demorou cerca de seis horas.



Figura 24 - Filtragem de óleo do gerador.

#### 4.8 ATUALIZAR DIMENSIONAMENTO DOS LIMITES DA USINA

A Usina Monte Alegre S/A necessita construir duas redes novas, uma para a destilaria e outra para atender o projeto de expansão da geração energética. Para solicitar orçamentos de empresas especializadas nessa atividade era preciso enviar a planta onde seriam instaladas essas novas redes bem como o esboço de sua localização. No entanto, a planta existente nos arquivos não estava condizente com o arranjo físico da usina. Assim, coube à estagiária atualizar esse *layout*, indicar onde seriam instaladas as novas redes e destacar no mapa os tipos de postes das redes existentes.



Figura 25 - Tipos de postes assinalados no *layout* da usina.

#### 4.9 ATUALIZAR CONTAS DE ENERGIA DA USINA

A Usina Monte Alegre possui dois faturamentos de energia, um referente ao consumo industrial e outro ao consumo do setor rural (irrigação). Ambos diferem apenas quanto a demanda contratada e isenção de impostos que a “conta rural” tem.

As tarifas de energia elétrica são definidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com base em dois componentes: demanda de potência e consumo de energia. A demanda de potência é medida em quilowatt e corresponde à média da potência elétrica solicitada pelo consumidor à empresa distribuidora, durante um intervalo de tempo especificado normalmente 15 minutos e é faturada pelo maior valor medido durante o período de fornecimento, normalmente de 30 dias. O consumo de energia é medido em quilowatt-hora ou em megawatt-hora e corresponde ao valor acumulado pelo uso da potência elétrica disponibilizada ao consumidor ao longo de um período de consumo, normalmente de 30 dias (CASTRO, 2001).

A Usina Monte Alegre enquadra-se no grupo de consumidores A, pois, é atendida pela rede de alta tensão em 13,8kV correspondendo ao subgrupo A4. As tarifas do “grupo A” podem ter duas modalidades de fornecimento, a convencional e a horo-sazonal, a usina encontra-se na modalidade horo-sazonal. Nessa estrutura, a aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência são de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano.

Para as horas do dia são estabelecidos dois períodos, denominados postos tarifários. O posto tarifário “ponta” corresponde ao período de maior consumo de energia elétrica, que ocorre entre 18 e 21 horas do dia. O posto tarifário “fora da ponta” compreende as demais horas dos dias úteis e às 24 horas dos sábados, domingos e feriados. As tarifas no horário de “ponta” são mais elevadas do que no horário “fora de ponta”.

Já para o ano, são estabelecidos dois períodos: “período seco”, quando a incidência de chuvas é menor, e “período úmido” quando é maior o volume de chuvas. As tarifas no período seco são mais altas, refletindo o maior custo de produção de energia elétrica devido à menor quantidade de água nos reservatórios das usinas hidrelétricas. O período seco compreende os meses de maio a novembro e o período úmido os meses de dezembro a abril.

A usina arquiva todas as contas, no entanto, é interessante ter esses dados digitados em forma de planilha para comparação da evolução das tarifas, impostos e consumo ao longo dos anos. Assim, a atividade desenvolvida consistiu em discriminar todos os dados das contas de energia de 2012 até 2015 dos segmentos indústria e rural. As planilhas continham os valores referentes as tarifas e consumo da demanda, energia ativa e reativa nos períodos de ponta e fora-ponta, PIS, COFINS, iluminação pública e etc.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou a Usina Monte Alegre S/A e mostrou as principais atividades desenvolvidas ao longo do período de estágio na empresa. A conclusão do estágio foi muito importante para o amadurecimento profissional da estudante, pois, significou o primeiro contato com a engenharia fora da sala de aula.

Ser engenheiro significa ser administrador de manutenções, projetos e instalações, mas, acima de tudo, significa administrar tempo, dinheiro e equipes. Durante o estágio, pode-se ver que problemas técnicos não eram tão importantes ou preocupantes quanto os relacionados aos três últimos citados.

Por ser uma indústria antiga que vive em modificações para se atualizar e se adequar às normas vigentes, a Usina Monte Alegre S/A significou um grande laboratório na qual pôde-se verificar as práticas de muitas disciplinas vistas no curso de engenharia elétrica.

A disciplina Equipamentos Elétricos foi de suma importância, pois, ela facilitou o entendimento das manobras realizadas entre os barramentos, os procedimentos de manutenções preditiva, preventiva e corretiva, explicou a funcionalidade de cada equipamento e como deve ser sua inserção no sistema elétrico.

A disciplina Eletrônica de Potência foi importante para o entendimento sobre o acionamento dos motores e como se dá a tecnologia dos inversores de frequência e *soft-starter*. A disciplina Instalações Elétricas ficou evidenciada no dimensionamento dos condutores e nas diversas instalações acompanhadas durante o estágio. As disciplinas Geração e Distribuição de Energia Elétrica foram fundamentais para o entendimento do processo de cogeração e transmissão da energia gerada. As disciplinas Eletrônica e Dispositivos Eletrônicos foram indispensáveis para o entendimento da automação do setor de empacotamento.

Todo o curso foi muito importante para a formação de engenheiro e para o que é visto no mercado de trabalho, a maioria do que foi vivenciado na usina de certa forma já fora visto nas salas de aula. Seria interessante, no entanto, a oportunidade de estagiar antes do término das disciplinas, pois, acompanhando na prática os assuntos abordados dar-se-ia muito mais importância e atenção às aulas.

Finalmente, a Usina Monte Alegre S/A atentou para as dificuldades da profissão, para novos desafios e deixou a estagiária livre para aprender sobre qualquer setor que lhe interessasse, possibilitando adquirir ganhos imensuráveis no campo pessoal e profissional.

## BIBLIOGRAFIA

ANEEL. Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica. Cadernos Temáticos ANEEL 4, 2005.

ATLAS. Segurança e Medicina do Trabalho. 56. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MAMEDE FILHO, J.; RIBEIRO, M. D.; Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, LTC, 1º Edição, Rio de Janeiro 2011.

ONS. Questões mais frequentes sobre o acesso aos sistemas elétricos. Cartilha de Acesso, 2002.

ABNT. Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Disponível em: <[http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%F3rios/NRs/nbr\\_5410.pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%F3rios/NRs/nbr_5410.pdf)>. Acesso em: 20 de junho de 2015.

AÇÚCARALEGRE. Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.acucaralegre.com.br/meio-ambiente/>>. Acesso em: 10 de junho de 2015.

AÇÚCARALEGRE. Missão, Visão e Valor. Disponível em: <<http://www.acucaralegre.com.br/missao-visao-valor/>>. Acesso em: 10 de junho de 2015.

ALEXANDRE CESAR DE CASTRO. Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.ifba.edu.br/professores/castro/Tarifas.pdf>>. Acesso em: 20 de junho de 2015.

EAGLESAT. Concentradores e Geradores de Ozônio. Disponível em: <http://eaglesat.com.br/site/tecnologia/>. Acesso em: 10 de junho de 2015.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora Nº 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, 2004. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E216601310641F67629F4/nr\\_10.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E216601310641F67629F4/nr_10.pdf)>. Acesso em: 05 de julho de 2015.

SCHNEIDER. Cadernos Técnicos – Esquema de aterramento. Disponível em: <[http://www.schneider-electric.com.br/documents/cadernos-tecnicos/tema3\\_aterramento.pdf](http://www.schneider-electric.com.br/documents/cadernos-tecnicos/tema3_aterramento.pdf)>. Acesso em: 26 de junho de 2015.

SINDALCOOL., Tecnologia reduz danos da produção do açúcar, disponível em: <[http://www.sindalcool.com.br/index.php?view=article&id=59&format=pdf&Itemid=50&option=com\\_content](http://www.sindalcool.com.br/index.php?view=article&id=59&format=pdf&Itemid=50&option=com_content)>. Acesso em: 02 de abril de 2015.