



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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

MÁRIO HENRIQUE DE SOUZA CAVALCANTE

DE-PET RECICLAGENS LTDA.

Campina Grande – Paraíba

18 de Agosto de 2020

MÁRIO HENRIQUE DE SOUZA CAVALCANTE

DE-PET RECICLAGENS LTDA.

Relatório de estágio supervisionado apresentado ao curso de bacharelado em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial das exigências para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Candeia Gurjão

Campina Grande – Paraíba

18 de Agosto de 2020

MÁRIO HENRIQUE DE SOUZA CAVALCANTE

DE-PET RECICLAGENS LTDA.

Relatório de estágio supervisionado aprovado em ____ de Agosto de 2020.

Prof. Edmar Candeia Gurjão

DEE/ CEEI/ UFCG

Orientador

Prof. Edson Porto da Silva

DEE/ CEEI/ UFCG

Examinador

Campina Grande – Paraíba

18 de Agosto de 2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por me permitir alcançar esse objetivo tão importante na minha vida, dando-me forças para seguir adiante e superar os vários obstáculos dessa caminhada árdua, possibilitando chegar à etapa estagiar em uma empresa e ter capacitação para aplicar os conhecimentos adquiridos.

Logo em seguida quero agradecer aos meus pais, Mario Cavalcante e Luciana Farias Cavalcante, que a todo momento estavam me apoiando e incentivando, principalmente durante à pandemia quando estive em isolamento social sem poder viajar para minha cidade natal.

A minha namorada Marília, que sempre me ajudou quando eu estava em momentos de fraqueza e tensão, me confortando. Pelas ajudas nas atividades acadêmicas e pelos momentos de felicidade que me ajudou a seguir em frente perante os obstáculos.

A minha grande amiga Gabrielly Mendes que me deu a oportunidade de estagiar na empresa, me ajudou, incentivou e “segurou à barra” nos momentos difíceis do estágio.

A meu amigo Jeorge que permaneceu trabalhando em casa durante à pandemia me fazendo companhia e buscando meu almoço todos os dias enquanto eu chegava do estágio. Agradeço também a um grande amigo Alexandre Júnior por toda a amizade e a ajuda prestada.

Aos mecânicos da DE-PET, em especial Josinaldo pelos conhecimentos passados, as boas conversas do dia a dia, as caronas para casa e o auxílio nas atividades mais difíceis, também ao proprietário da empresa Diego Gurjão pela oportunidade.

A todos os funcionários do setor produção da DE-PET, especialmente a João Paulo pela ajuda na execução das atividades de manutenção elétrica, pelas brincadeiras que ajudavam a manter a paz dentro da empresa.

Ao meu orientador Edmar Candeia Gurjão pela oportunidade de ceder seu equipamento, laboratório e a ajuda quando foi pedida.

Por fim, quero agradecer a todos que estiveram presentes de alguma forma em minha vida e me ajudaram a concluir o estágio.

*Dedico esse trabalho aos meus pais,
por me proporcionarem todos os meios
necessários para concluir essa etapa.*

RESUMO

Neste relatório são descritas as atividades desenvolvidas pelo estudante Mario Henrique de Souza Cavalcante, graduando em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Campina Grande. O estágio foi realizado na empresa DE-PET RECICLAGENS LTDA. Na empresa, o estudante foi supervisionado por Gabrielly Caroline Mendes da Cunha durante a realização das suas atividades. As principais atividades foram realizadas no setor de manutenção referentes à manutenção elétrica industrial principalmente corretiva; as demais atividades designadas foram o levantamento de custos do kW/h das máquinas, alguns conceitos básicos sobre eficiência energética na indústria, acompanhamento e atuação nos reparos de diversos equipamentos elétricos e mecânicos, melhorias nas instalações elétricas da fábrica e também foi elaborada uma proposta de Geração Distribuída com Energia Solar Fotovoltaica para a empresa.

Palavras-chave: Instalações Elétricas, Manutenção, Eficiência energética, Energia Solar

ABSTRACT

In this report are described tasks performed by the student Mario Henrique de Souza Cavalcante in which is graduating in electrical engineering at Universidade Federal de Campina Grande. The internship was accomplished at DE-PET RECICLAGENS LTDA. In the facility, Caroline Mendes da Cunha supervised the student during his activities. The main activities were realized in the maintenance sector regarding mainly corrective industrial electrical maintenance; all other designated activities were kW/h cost survey from the machinery, some basics concepts about energy efficiency in the industry, monitoring and conduct in the repair of various electrical and mechanical equipment and enhancement in plant electrical installations. In addition, a project for Distributed Generation with Solar Photovoltaic Energy was also suggested for the company.

Key words: Electrical Installations, maintenance, Energy efficiency, solar energy

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo do número de ciclos de ligamento e desligamento do compressor

Equação 2 - Equação do rendimento de um motor elétrico

Equação 3 - Cálculo da potência consumida pelo compressor na ponta

Equação 4 - Cálculo da potência consumida pelo compressor fora de ponta

Equação 5 - Cálculo do consumo na ponta do compressor em reais

Equação 6 - Cálculo do consumo fora de ponta do compressor em reais

Equação 7 - Cálculo da potência de geração diária das placas fotovoltaicas

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

AT - Alta Tensão

COVID19 - Corona Vírus 2019

CRESESB - Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito

HSP - Irradiação Solar Diária Média Mensal

LED - *Light Emitting Diode*

NA - Normalmente Aberto

NF - Normalmente Fechado

PB - Estado da Paraíba

PET - Politereftalato de Etileno

PVC - Policloreto de Vinila

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Flake</i> de PET incolor	15
Figura 2 - <i>Flake</i> de PET Verde.....	15
Figura 3 - <i>Flake</i> de PET colorido	15
Figura 4 - <i>Flake</i> de PET azul.....	15
Figura 5 - Rótulos e Tampas	15
Figura 6 - Pó de PET.....	15
Figura 7 - Organograma da Empresa em estudo	16
Figuras 8 e 9 - Instalações elétricas inadequadas	17
Figura 10 - Quadro de comando do primeiro moinho	18
Figura 11 - Antes, durante e depois do problema respectivamente	19
Figuras 12 e 13 - Fuso do segundo moinho com o motor reserva.	20
Figura 14 - Fusível de vidro 0,5A.....	21
Figura 15 - Balança em funcionamento	21
Figura 16 - Comando da bomba d'água antes da modificação.	21
Figura 17 - Comando da bomba d'água após as modificações em local abrigado	22
Figura 18 - Troca dos rolamentos de um motor	23
Figura 19 - Desmontagem de um motor para rebobinamento	24
Figura 20 - Modelo do compressor utilizado na fabrica.	25
Figura 21 - Estagiário realizando a purga no compressor.....	26
Figura 22 - Purgador eletrônico para compressor.....	26
Figura 23 - Realizando uma conexão no cabo da câmera	27
Figura 24 - Local onde o motor estava, conjunto motor/redutor, motor instalado no novo local respectivamente.	28
Figura 25 - Parte do helicóide substituído.....	29
Figura 26 - Camada de aço soldada à rosca	29
Figura 27 - Estator da bomba d'água carbonizado.	30
Figura 28 - Rotor e ventoinha carbonizados.	30
Figura 29 - Bomba d'água reserva.....	31
Figura 30 - Quadro elétrico desativado.....	31
Figura 31 - Interior do quadro elétrico.....	31
Figura 32 - Motor de 75CV do primeiro moinho antes do processo	33

Figura 33 - Motor após a limpeza	33
Figura 34 - Motor do primeiro moinho após a pintura	33
Figura 35 - Motor do segundo moinho após a pintura.....	33
Figura 36 - Motor da lavadora sujo, limpeza da proteção da ventoinha e a proteção após a limpeza.	34
Figura 37 - Chave frente/ré de empilhadeira	35
Figura 38 - Chave reversora adaptada para a função de uma chave frente/ré.....	35
Figura 39 - Principais componentes de uma bomba centrífuga.	36
Figura 40 - Selo mecânico.....	36
Figura 41 - Bomba d'água na oficina manutenção	37
Figura 42 - Rotor para a troca do rolamento	37
Figura 43 - Tanque antes, durante e depois da manutenção respectivamente.....	38
Figura 44 - Rosca na oficina para manutenção.....	38
Figura 45 - Mesa vibratória após a realização da reorganização dos cabos.....	39
Figura 46 - Rotor e contrapesos do motovibrador	40
Figura 47 - Estator do motovibrador.....	40
Figura 48 - Estator após a realização da conexão	40
Figura 49 - Interior do quadro após a reorganização	41
Figura 50 - LEDs sinalizadores em funcionamento.....	41
Figura 51 - Retífica afiadora de facas durante o processo	42
Figura 52 - Contator K3 aberto para inspeção.....	43
Figura 53 - K1, K3 e o relé de tempo substituídos	43
Figura 54 - Compressor quebrado utilizado anteriormente para o poço	44
Figura 55 - Dados de placa do motor elétrico do compressor	45
Figura 56 - Kit para montagem do protetor facial do tipo <i>face shield</i> produzidas na DE-PET	46
Figura 57 - Conexões acumuladas de geração fotovoltaica até 2016	47
Figura 58 - Histórico de consumo anual de energia elétrica fora de ponta para DE-PET	48
Figura 59 - Histórico de consumo anual de energia elétrica fora de ponta para F1-PACK.....	48
Figura 60 - Irradiação solar diária média mensal	49
Figura 61 - Inversor solar	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Geral.....	13
2.2. Específicos	13
3. A EMPRESA OBJETO DE ESTUDO.....	14
4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	17
4.1. Troca da botoeira de comando da Lavadora	19
4.3. Troca do fusível da balança	20
4.4. Realocação e melhoria do quadro de comando da bomba d'água dos tanques.	21
4.5. Manutenção de motores.....	22
4.7. Manutenção nas câmeras.....	26
4.8. Manutenção na esteira	27
4.9. Manutenção na rosca transportadora helicoidal do moinho.....	28
4.10. Troca da bomba d'água queimada	29
4.11. Retirada e teste dos componentes de uma partida estrela-triângulo antiga...	31
4.12. Manutenção nas luzes.....	32
4.13. Limpeza dos motores.....	32
4.15. Troca do selo mecânico de uma bomba d'água.....	36
4.16. Manutenção da rosca do separador de rotulo	37
4.17. Manutenção do motor e do quadro de comando da mesa compactadora	38
4.18. Operação da retífica afiadora de facas industriais.....	41
4.19. Manutenção corretiva do quadro da lavadora	42
4.20. Análise do uso de energia do compressor	43
4.21. Confecção de protetores faciais.....	46
5. PROPOSTA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA ..	47
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

O relatório de estágio integrado é uma apresentação das experiências obtidas durante um período juntamente com o aprendizado desenvolvido. Desse modo, o presente relatório tem como finalidade caracterizar e detalhar a organização na qual as atividades foram realizadas, bem como a associação dos conhecimentos vistos durante a graduação com a realidade prática da empresa.

As atividades de estágio foram iniciadas no dia 03 de março de 2020 sendo finalizadas no dia 01 de junho de 2020, totalizando 260 horas, cumprindo, portanto, o regime de carga horária correspondente a 240 horas, previamente determinado pela instituição de ensino.

Durante as primeiras semanas foram apresentados ao estagiário uma parcial sobre como era estabelecida a dinâmica da empresa, no que diz respeito aos setores existentes e seus respectivos processos produtivos. Com a adequação a realidade organizacional da empresa, passou-se a atuar em diversos ramos da Engenharia Elétrica, principalmente no setor de manutenção elétrica industrial e eficiência energética. Com isso, as atividades realizadas durante o estágio destinaram-se a colocar em prática os conhecimentos adquiridos em especial na ênfase de eletrotécnica.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Auxiliar na coordenação, execução e planejamento dos trabalhos realizados pela equipe de manutenção nos equipamentos e no sistema elétrico em uma empresa localizada no Distrito Industrial do Velame, na cidade de Campina Grande-PB.

2.2. Específicos

- Compreender a dinâmica de funcionamento de uma empresa de pequeno porte;
- Identificar os principais problemas causados pela falta de manutenção no sistema elétrico e equipamentos;
- Enumerar oportunidade de melhorias que resultem na minimização e/ou eliminação das repercussões negativas no mau uso da energia elétrica da empresa;
- Executar manutenções preventivas e corretivas nos equipamentos elétricos da empresa;
- Acompanhar as equipes de manutenção em atividades programadas;
- Reorganizar todos os ramais que ligam todos os motores da linha de moagem, implantando identificadores em todos os cabos;

- Estudar a proposta de implantação da geração distribuída fotovoltaica;

3. A EMPRESA OBJETO DE ESTUDO

O estágio foi desenvolvido em uma empresa de reciclagem de PET, de cunho familiar, localizada no distrito do Velame, na cidade de Campina Grande – PB.

No ano de 2003 a empresa foi fundada, tornando-se líder no beneficiamento de garrafas PET, provenientes do pós-consumo. No início produzia apenas 40 toneladas por mês e atualmente são produzidos mais de 350 toneladas/mês de *flakes* de PET.

À vista disso, a empresa é classificada como de pequeno porte, tendo no seu quadro aproximadamente 50 funcionários que estão divididos em dois turnos: manhã/tarde e noite/manhã com uma linha de processamento. Definiu-se, portanto, como missão desta empresa o beneficiamento e reaproveitamento de resíduos sólidos para geração de novos produtos, ajudando meio ambiente e a sociedade.

O sistema de produção é realizado em linha, onde as máquinas e os funcionários seguem uma sequência fixa e ordenada e o movimento é contínuo e uniforme.

O principal produto gerado pela empresa é o *flake* de PET, onde existe os seguintes tipos:

- Incolor
- Verde
- Vermelho
- azul,
- preto
- cinza
- metálico
- branco
- colorido

Como representados nas Figuras 1, 2, 3 e 4, a seguir:



Figura 01: *Flake* de PET incolor
Fonte: Autoria própria



Figura 02: *Flake* de PET Verde
Fonte: Autoria própria



Figura 03: *Flake* de PET colorido
Fonte: Autoria própria



Figura 04: *Flake* de PET azul
Fonte: Autoria própria

Durante o processo de reciclagem, alguns resíduos são gerados e também são destinados a venda, são eles: pó de PET, rótulos, tampas e ráfia. Outros materiais que não são significativos para a produção, são separados e descartados. Nas figuras 5 e 6, a seguir, estão apresentados os registros fotográficos de alguns desses materiais:



Figura 05: Rótulos e Tampas
Fonte: Autoria própria



Figura 06: Pó de PET
Fonte: Autoria própria

A empresa pratica um sistema de produção com características do modelo clássico Taylorista-Fordista facilmente identificado por aspectos do tipo: utilização de layout, produção em grandes lotes, controle de qualidade no produto acabado, entre outros. Outro ponto importante é o interesse da organização não somente na lucratividade da empresa, no que diz respeito ao baixo custo na aquisição da matéria-prima, mas, em ser um grande agente de conscientização ambiental.

No que diz respeito ao organograma da empresa, na Figura 7, a seguir, está ilustrada a dinâmica de funcionamento da mesma.

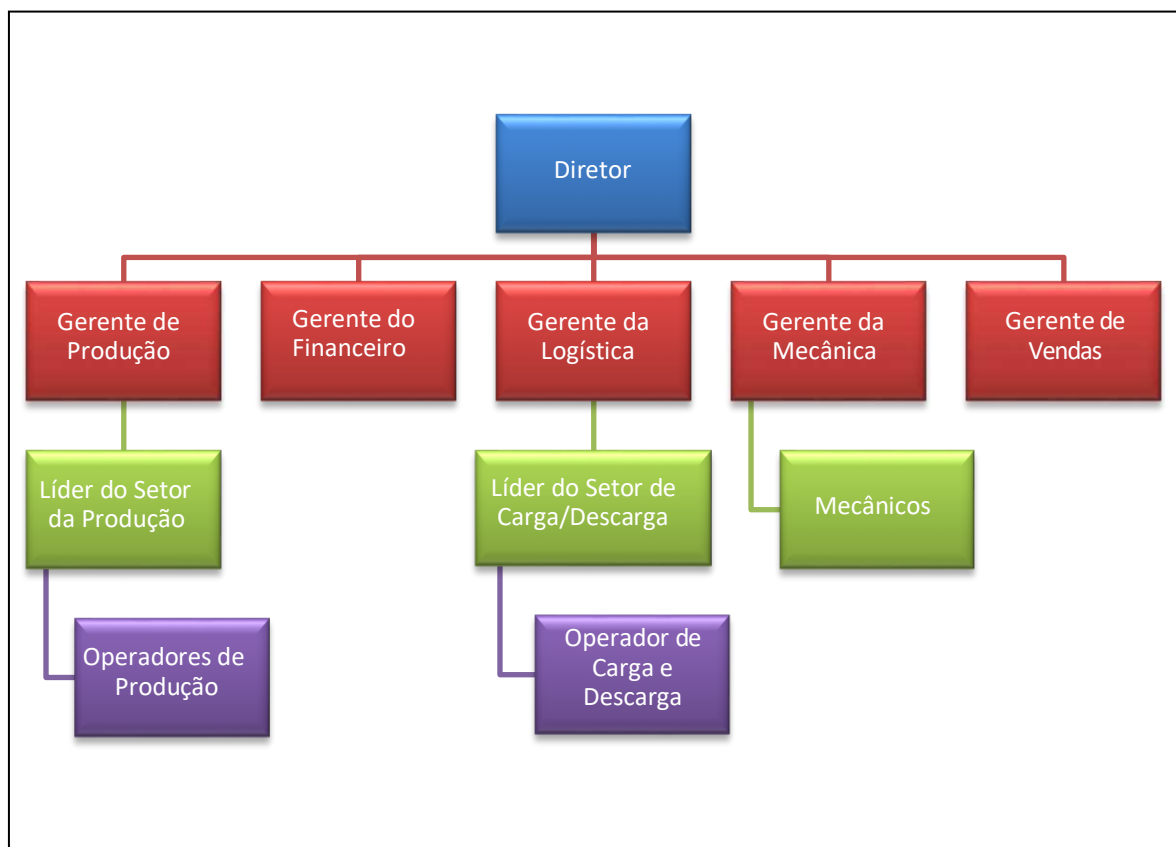


Figura 07: Organograma da Empresa em estudo.
Fonte: Autoria própria

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Inicialmente, o estágio foi requerido pela empresa para a realização da reorganização de todos os cabos e ramais, porém com o início da quarentena gerada pela pandemia do COVID-19 muitos funcionários foram afastados, inclusive o eletricitista responsável pelo projeto de reorganização, permitindo assim que o estagiário ficasse impossibilitado de realizar diversas tarefas, inclusive as caracterizadas como indispensáveis.

As Figuras, a seguir, ilustram como se encontram as instalações elétricas da empresa em estudo.



Figuras 08 e 09: Instalações elétricas inadequadas
Fonte: Autoria própria

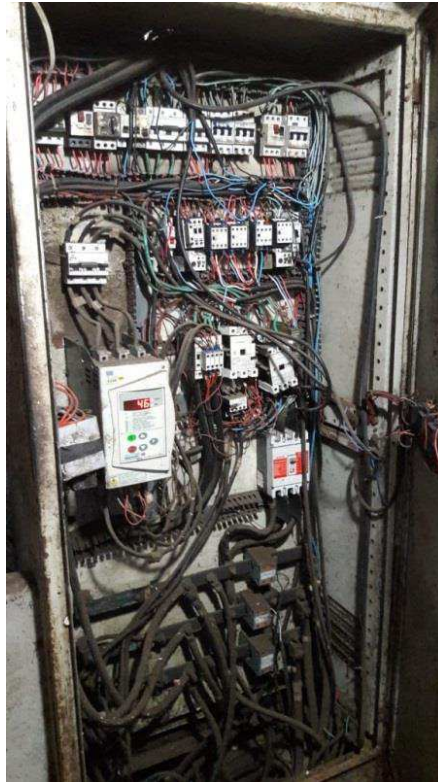


Figura 10: Quadro de comando do primeiro moinho
Fonte: Autoria própria

O estágio foi realizado em sua maior parte do tempo no setor da Manutenção, sob a supervisão da Engenheira de Produção responsável e dos mecânicos que são responsáveis por efetuar todas as atividades de manutenção da empresa.

A empresa não possui eletricitista durante o turno de trabalho, o eletricitista responsável trabalha diariamente na outra unidade da empresa que fica no município de Queimadas - PB, sua presença é solicitada somente em momentos estritamente necessários, quando há problemas caracterizados por natureza elétrica. Houve poucas visitas do eletricitista, na maior parte do tempo o eletricitista supervisionou as atividades remotamente via mensagens em tempo real e telefonemas.

Também foram realizadas diversas outras atividades, inclusive algumas de caráter administrativo ou burocrático. Dentre elas, podem-se citar solicitações de compra, verificações de materiais que chegaram à empresa (sistema eletrônico, notas fiscais, almoxarifado), troca da resistência da estufa para realização dos testes de qualidade e limpeza das ferramentas da oficina.

A seguir serão listadas as principais atividades nas quais participei durante o período de estágio.

4.1. Troca da botoeira de comando da Lavadora

Após a primeira semana de ambientação com os setores da empresa, como primeira atividade fui designado para realizar à troca da botoeira que aciona a segunda lavadora da linha de produção, a botoeira estava com funcionamento inadequado, impedindo que o operador não conseguisse ligar a máquina causada pela falta de contato elétrico para o acionamento, então a solução foi substituir por uma nova que estava disponível no almoxarifado. A Figura 11, a seguir, ilustra o trabalho realizado.

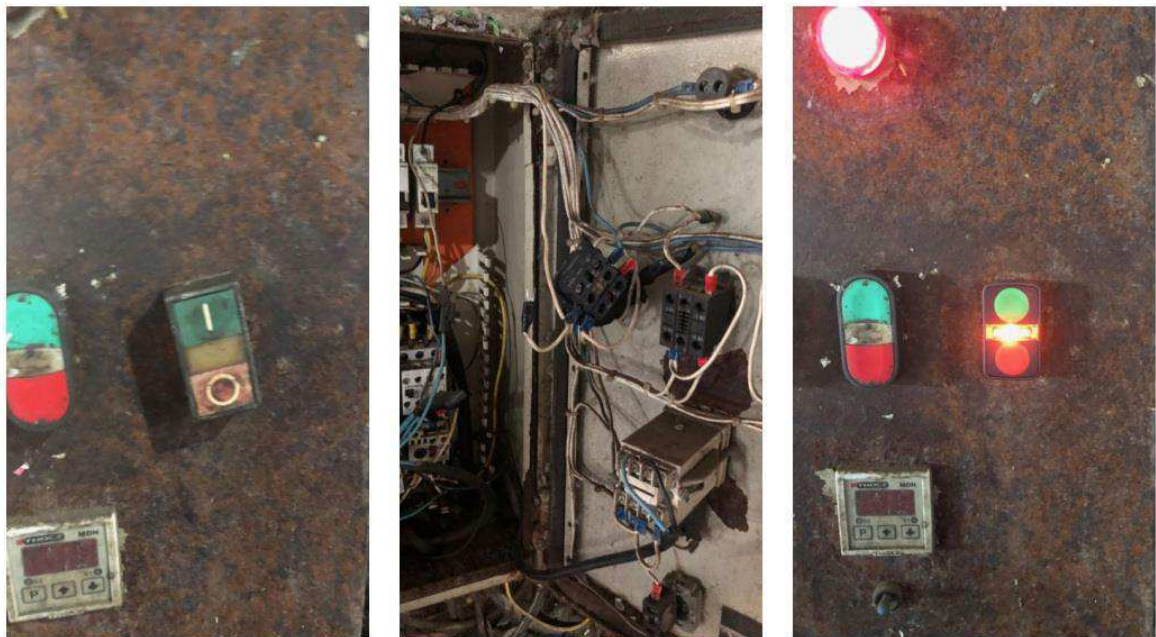


Figura 11: Antes, durante e depois do problema respectivamente.

Fonte: Autoria própria

4.2. Troca do motor do fuso do moinho

O moinho triturador é a máquina de maior importância em uma empresa de reciclagem, devido à versatilidade que apresenta, inclusive na diversidade de materiais que é capaz de processar, facilitando o processo produtivo e favorecendo o desempenho da empresa.

O fuso é um componente necessário para a abertura do moinho, permitindo que a equipe de manutenção possa trocar as lâminas cegas no fim das atividades. O motor do fuso é acionado por comando direto com botoeira de “abrir” e “fechar”, manual e sem chave de fim de curso, necessitando que o operador mantenha o dedo pressionado sobre a botoeira. Esse tipo de comando trás alguns problemas, pois além de não ser automatizado, causa a queima constante de motores de baixa potência por sobrecarga caso o operador se esqueça de

interromper o processo quando o limite do fuso é atingido. Por se tratar de motores de baixo custo, não houve interesse da empresa para modernizar esse comando.

Durante uma inspeção de rotina foi verificado que o motor do fuso do segundo moinho estava queimado e por se tratar de um equipamento de extrema importância, a troca foi efetuada com as máquinas em pleno funcionamento. Houve o acompanhamento da atividade de retirada de todo o fuso (rosca, motor e redutor), após a troca pelo motor reserva e a recolocação de todos os componentes o mecânico solicitou que o estagiário interligasse os fios, tomando nota à segurança e à sequência de fases a fim de evitar que o motor girasse no sentido contrário do que o operador deseja.



Figura 12 e 13: Fuso do segundo moinho com o motor reserva.
Fonte: Autoria Própria

4.3. Troca do fusível da balança

Os colaboradores da produção informaram ao estagiário de que a balança, responsável por pesar o produto final para a venda nos *bag's* de rafia em lotes de 500 kg, não estava funcionando, então o estagiário fez testes e se deparou com o fusível interno da balança queimado.

O fusível era do tipo de vidro de 0,25A/250V com as dimensões de 6x30mm, foi solicitado ao departamento de compra um novo fusível com as mesmas especificações, onde a troca foi realizada e o equipamento voltou a funcionar.

As Figuras 14 e 15 ilustram o tipo de fusível utilizado na troca e a balança em funcionamento:



Figura 14: Fusível de vidro 0,5A.
Fonte: Autoria Própria



Figura 15: Balança em funcionamento.
Fonte: Autoria Própria

4.4. Realocação e melhoria do quadro de comando da bomba d'água dos tanques

A água utilizada no processo produtivo da empresa é proveniente de um poço, a água captada é armazenada nos tanques e posteriormente é bombeada para a produção. O comando da bomba d'água se encontrava fixado em um poste sem cobertura contra intempéries, como pode-se ver na Figura 16 e havia a necessidade de mudar o local do comando para outro com mais proteção a fim de evitar possíveis problemas causados por água da chuva. O estagiário foi informado do problema e designado a resolvê-lo.

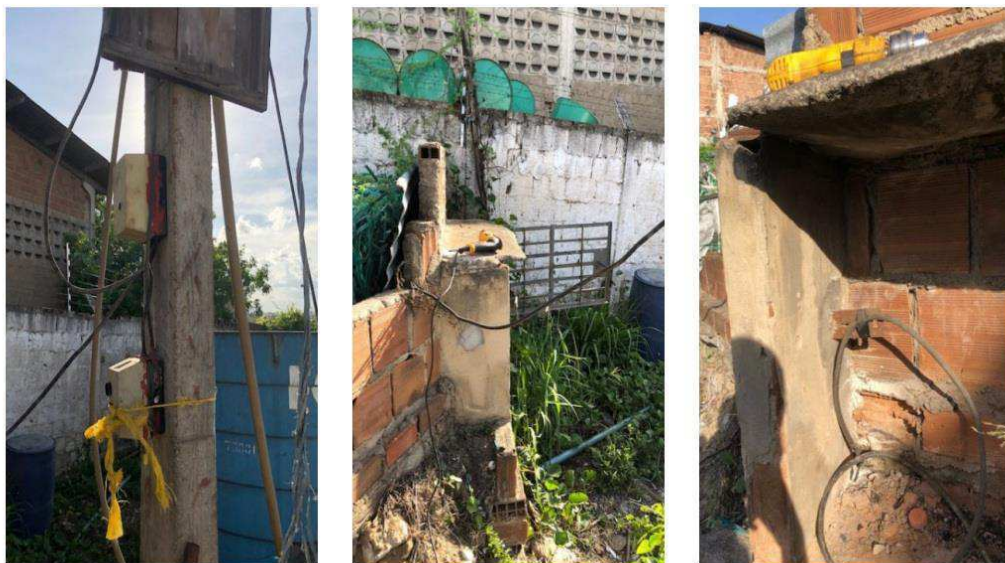


Figura 16: Comando da bomba d'água antes da modificação.
Fonte: Autoria própria

Além da realocação do quadro, foi modificado o tipo de acionamento da bomba d'água que se dava por chave de liga/desliga do tipo alavanca, posteriormente modificado por acionamento com duas botoeiras uma verde para ligar e outra vermelha para desligar. Também foi efetuada a troca do relé de sobrecarga e seu ajuste, pois seu contato auxiliar NF (Normalmente Fechado) não estava funcionando, tornando o comando inoperante. A Figura 17, a seguir, mostra a mudança realizada:



Figura 17: Comando da bomba d'água após as modificações em local abrigado.
Fonte: Autoria Própria

4.5. Manutenção de motores

Os motores elétricos são responsáveis por grande parte da energia consumida nos segmentos onde seu uso é mais efetivo, como nas indústrias, onde representam em média mais de 50% do consumo de eletricidade dessas instalações. São, portanto, equipamentos sobre os quais é preciso buscar, prioritariamente, a economia de energia. (CAMARA; ARAÚJO; SANTOS, 2012)

Uma falha no rolamento aumenta a força de atrito entre as partes, emite mais calor, e tem uma eficiência mais baixa por causa de um problema mecânico, lubrificação, ou desgaste. Uma vez que a falha do rolamento começa, ele também cria um efeito em cascata que acelera as falhas em motores elétricos, 13% (treze por cento) de falhas de motores são causadas pela falha do rolamento e mais de 60% (sessenta por cento) das falhas mecânicas em uma instalação são causadas por desgaste do rolamento, de modo que aprender a solucionar este problema potencial é importante. (MARCOS, 2018)

Durante todo o estágio foram efetuadas várias manutenções em diversos motores, as principais atividades eram: a troca dos rolamentos defeituosos, troca das ventoinhas, desmontagem de motores queimados para a rebobinação e limpeza interna dos motores.

Essas atividades foram realizadas sob a supervisão do mecânico, apenas os motores desmontados para a rebobinação ficaram a cargo de outro profissional, pois esta atividade é terceirizada pela empresa objeto de estudo.

Na Figura 18 abaixo, pode-se ver que foi realizado a troca dos rolamentos do motor e isso traz benefícios para empresa, evitando possíveis queimas de motores e melhoria na eficiência energética.



Figura 18: Troca dos rolamentos de um motor.
Fonte: Autoria própria

Na Figura 19 pode-se observar uma motobomba elétrica desmontada para uma futura rebobinação.



Figura 19: Desmontagem de um motor para rebobinamento.
Fonte: Autoria própria

4.6. Manutenção no compressor

A condensação da água é uma ocorrência natural e um subproduto da compressão do ar. A quantidade de água produzida por um compressor de ar é amplamente dependente da condição de entrada, da qualidade do ar ambiente em um determinado meio ambiente, bem como da pressão.

A umidade excessiva no ar comprimido pode ter efeitos danosos na instalação e pode comprometer a eficácia das operações. A condensação não tratada no ar comprimido pode danificar e causar problemas a sistemas pneumáticos, motores pneumáticos, válvulas, bem como quaisquer componentes ou máquinas conectadas ao sistema e possivelmente contaminar o processo ou a fabricação do produto final. Aqui está uma lista que explica ainda mais os efeitos adversos da umidade:

- Corrosão do sistema de tubulação e equipamentos;
- Danos nos controles pneumáticos que podem resultar em paradas dispendiosas;
- Ferrugem e aumento do desgaste dos equipamentos de produção devido à água lavar e remover o lubrificante;

- Manutenção excessiva do compressor e menor vida útil do equipamento

Além disso, a umidade no sistema de ar comprimido pode ter muitos efeitos nocivos no ar da fábrica, no ar de instrumentos, nas válvulas e nos cilindros, bem como nas ferramentas pneumáticas. Para evitar custos de manutenção excessivos e desnecessários e o potencial desligamento da produção, recomenda-se ser proativo e implementar adequadamente as etapas necessárias para manter o ar comprimido seco, limpo e adequado para qualquer processo e/ou aplicação. (ATLAS COPCO, 2020)

Basicamente existem duas formas de retirar a umidade do sistema de ar, a primeira é por meio do purgador manual que já vem instalado em todos os compressores de ar. Basta desapertar a alavanca e esperar água sair por completo e fechar novamente. O segundo método se dá pela instalação de um purgador eletrônico, ele é programado para fazer a purga automaticamente no intervalo pré-definido que vai de 1 a 5 minutos, esta é a forma mais eficiente de manter o reservatório de ar com baixa umidade.

Foi pedido ao setor de compras da empresa um purgador eletrônico, porém sua compra não foi autorizada pelo proprietário, então ficou a cargo do estagiário efetuar a purga todos os dias. Como o compressor é industrial de grande porte, todos os dias eram retirados muitos litros de água do seu interior. Há relatos dos mecânicos que as pistolas pneumáticas sofrem quebras constantes causadas pelo excesso de água no sistema de ar.



Figura 20: Modelo do compressor utilizado na fábrica
Fonte: Air Press Compressores



Figura 21: Estagiário realizando a purga no compressor
Fonte: Autoria própria



Figura 22: Purgador eletrônico para compressor
Fonte: Zaffa

4.7. Manutenção nas câmeras

A Gerente de produção havia relatado que as câmeras de monitoramento da empresa não estavam funcionando, foi pedido ao estagiário que tentasse resolver o problema, com a ajuda do supervisor de produção foi verificada a central do sistema de monitoramento, onde se encontram os equipamentos de gravação e alimentação de todas as câmeras de segurança, após a inspeção foi encontrado um curto-circuito na tomada de alimentação da fonte tornando toda a central inoperante, o estagiário instalou uma nova tomada solucionando o problema.

Como já havia relatos anteriores sobre várias câmeras que não estavam funcionando, então foi necessário checar todas as câmeras sem funcionamento e detectou-se que a maioria estavam com o cabo rompido, foram realizadas as conexões, algumas câmeras estavam

queimadas sendo necessária sua substituição, porém o proprietário da empresa não teve interesse em comprá-las.



Figura 23: Realizando uma conexão no cabo da câmera
Fonte: Autoria própria

4.8. Manutenção na esteira

No decorrer do estágio, acompanhou-se diversas atividades relacionadas a manutenção geral da empresa, não se limitando a somente atividades de natureza elétrica. Nos dias que não houve produção, todos os equipamentos foram desligados, permitindo assim que os mecânicos realizassem manutenções em equipamentos que normalmente não são parados durante o período de produção.

A primeira atividade de manutenção realizada foi à mudança de lado do motor e o redutor da esteira. As colaboradoras que trabalham na esteira fizeram uma solicitação à manutenção, alegando que o motor estava dificultando a realização do trabalho de triagem que ocorre na esteira. Com a mudança existiria uma melhoria no processo, pois uma colaboradora poderia trabalhar no final da esteira separando possíveis detritos prejudiciais aos equipamentos e à qualidade do produto final. Para fazer a troca de lado do conjunto motor/redutor é preciso desmontar o redutor e inverter seu sentido de rotação, com a mudança de lado do seu eixo e coroa, para que a esteira permaneça com seu movimento original, foi retirado o suporte antigo e soldado outro novo no outro lado da esteira.

Na Figura 24 pode-se observar a mudança realizada.



Figura 24: Local onde o motor estava, conjunto motor/redutor, motor instalado no novo local respectivamente.

Fonte: Autoria própria

4.9. Manutenção na rosca transportadora helicoidal do moinho

A rosca transportadora helicoidal, segundo Cobrimetal (2020) é um equipamento muito solicitado para utilização por variados segmentos industriais e é capaz de conferir uma série de facilidades ao transporte de produtos a granel e similares, útil também para alimentar veículos e silos. Com determinado tempo de uso a rosca precisa de manutenção, o atrito do material com a rosca faz com que ela diminua seu diâmetro trazendo problemas de transporte de material.

Há várias formas de manutenção nesse equipamento, a mais barata para a empresa é a solda de uma camada fina de aço com a rosca, porém em casos mais extremos é necessária a troca do trecho do helicoide danificado. O estagiário acompanhou a atividade auxiliando os mecânicos.

A figura 25 e 26 ilustra a manutenção realizada na rosca:



Figura 25: Parte do helicoide substituído.
Fonte: Autoria própria



Figura 26: Camada de aço soldada à rosca.
Fonte: Autoria própria

4.10. Troca da bomba d'água queimada

A manutenção foi informada de que uma das bombas d'água responsável pelo bombeamento da água quente de um equipamento havia pegado fogo, o mecânico pediu auxílio do estagiário para efetuar substituição da bomba danificada por uma bomba reserva. Foi descoberto que o causador do problema foi a obstrução da válvula de pé por um pedaço de rótulo de garrafa, fazendo com que a bomba continuasse em funcionamento sem bombear água, sabe-se que a própria água bombeada é responsável pelo arrefecimento da bomba.

As Figuras 27 e 28 abaixo mostram como a bomba d'água ficou após o incidente:



Figura 27: Estator da bomba d'água carbonizado
Fonte: Autoria própria



Figura 28: Rotor e ventoinha carbonizados
Fonte: Autoria própria

A bomba d'água foi substituída pelo estagiário sob supervisão do mecânico tomando nota o sentido de rotação especificado pelo fabricante em seu rotor para que o bombeamento ocorresse da forma correta, uma montagem no sentido de rotação contrário poderia causar diversos problemas como por exemplo: o aquecimento excessivo e pressão de bombeamento abaixo da nominal.

A Figura 29 abaixo, ilustra a bomba reserva após a substituição em funcionamento.



Figura 29: Bomba d'agua reserva
Fonte: Autoria própria.

4.11. Retirada e teste dos componentes de uma partida estrela-triângulo antiga

Uma prática comum em muitas empresas é o reaproveitamento de componentes elétricos inutilizados. Foi pedido ao estagiário para desmontar um quadro de partida estrela-triângulo desativado e testar todos os seus componentes a fim de separar os defeituosos. O quadro é ilustrado nas Figuras 30 e 31 abaixo:



Figura 30: Quadro elétrico desativado
Fonte: Autoria própria



Figura 31: Interior do quadro elétrico
Fonte: Autoria própria

Após todos os testes efetuados foram reaproveitados todos os três contactores, o relé de sobrecarga e os dois disjuntores. Os componentes foram guardados no almoxarifado para posterior uso, trazendo economia para a empresa.

4.12. Manutenção nas luzes

Os colaboradores do turno da noite haviam relatado à gerente de produção que em alguns pontos da empresa estavam faltando iluminação, impossibilitando a realização das tarefas.

Com a ajuda do supervisor de produção no turno da manhã, foi realizado testes nos refletores LED e nos relés fotoelétricos de três pontos de iluminação. Em dois pontos o problema foi solucionado, apenas com a troca do relé foto elétrico, no terceiro ponto foi constatado a queima do refletor de LED, por isso foi necessário realizar um pedido para o setor de compras de um novo refletor.

4.13. Limpeza dos motores

Um dos fatores mais importantes da manutenção de um motor elétrico é a limpeza. Eles devem ser constantemente limpos para evitar a presença de resquícios de óleo, poeira ou outros detritos. Para limpeza, recomenda-se o uso de escovas ou espátulas de aço. Uma dica relevante é que se a poeira contida no motor não for abrasiva, é preciso realizar o jateamento de ar comprimido, para então retirar a poeira da tampa defletora e eliminar o pó acumulado nas aletas de refrigeração e nas pás do ventilador do motor elétrico. (PARAÍSO DAS BOMBAS, 2017)

Foi efetuada a limpeza em dois motores de 75 CV e em três motores de 20 CV, todas efetuadas pelo estagiário com a produção paralisada. Inicialmente deve-se raspar com a espátula toda a sujeira grudada na superfície do motor e retirar a proteção da ventoinha, após isso efetuar o jateamento com ar comprimido para retirar o excesso que foi desprendido, as Figuras 32,33,34,35 e 36 abaixo e na página seguinte ilustram como estavam antes e como ficaram os motores depois de todo o processo.



Figura 32: Motor de 75CV do primeiro moinho antes do processo
Fonte: Autoria própria



Figura 33: Motor após a limpeza
Fonte: Autoria própria

No final do processo, foi realizada a pintura da superfície dos motores para garantir a proteção contra oxidação e melhorar a estética da linha de moagem.



Figura 34: Motor do primeiro moinho após a pintura
Fonte: Autoria própria



Figura 35: Motor do segundo moinho após a pintura
Fonte: Autpria própria



Figura 36: Motor da lavadora sujo, limpeza da proteção da ventoinha e a proteção após a limpeza
Fonte: autoria própria

4.14. Adaptação de uma chave inversora na empilhadeira

A empilhadeira é um item essencial nos mais diversos tipos de operações logísticas e industriais, na empresa de reciclagens ela é utilizada pra os mais diversos fins como: pesagem do material produzido, carga e/ou descarga de caminhões e até para o auxílio à manutenção erguendo equipamentos de peso elevado.

Por se tratar de um equipamento primordial, a empresa fica praticamente impossibilitada de funcionar sem uma empilhadeira disponível, sendo necessário o aluguel de outra empilhadeira para continuar as atividades, onerando o processo produtivo e trazendo atrasos na entrega dos pedidos. Os mecânicos da empresa não são responsáveis pela manutenção da empilhadeira e como é um equipamento que não recebe manutenção adequada, a empilhadeira apresenta muitas paradas por defeitos mecânicos e elétricos.

Um exemplo de problema elétrico encontrado na empilhadeira foi a quebra da chave frente/ré, responsável por alterar o sentido entre ir para frente e para trás, sem ela

o empilhador fica impossibilitado de operar a empilhadeira, na Figura 37 abaixo tem-se um exemplo de uma chave frente/ré.



Figura 37: Chave frente/ré de empilhadeira
Fonte: Mercado Livre

Após duas visitas sem sucesso do eletricitista terceirizado para resolver o problema, o estagiário resolveu fazer uma adaptação de uma chave reversora industrial para motores que estava na sucata da empresa sem utilização para realizar a função da chave frente/ré. Por se tratar de uma chave trifásica para motores foi utilizado somente um pólo. Não apresenta o risco de choque elétrico para o operador, pois a empilhadeira funciona com tensão 12V contínua. Como a chave tem três posições, serve perfeitamente para realizar as funções frente, neutro e ré, trazendo economia de capital para a empresa e o fim do problema.

Na Figura 38 mostra como ficou a adaptação da chave reversora em pleno funcionamento instalada na empilhadeira.



Figura 38: Chave reversora adaptada para a função de uma chave frente/ré
Fonte: Autoria própria

4.15. Troca do selo mecânico de uma bomba d'água

Selo mecânico é um componente de uma máquina rotativa cujo objetivo é evitar o vazamento de fluídos entre dois meios, ou seja, impedir que o fluído processado ou bombeado chegue até a atmosfera e meio ambiente. Pode ser utilizado em equipamentos rotativos como bombas centrífugas, compressores, misturadores e ventiladores industriais. Pode ser aplicado a diversas indústrias como química, de petróleo, papel e celulose, siderúrgicas, mineradoras, têxteis, alimentícias, automobilísticas entre outras. A bomba centrífuga é responsável por mais de 90% das aplicações de selos mecânicos. (DU-O-LAP SELOS MECÂNICOS, 2013)

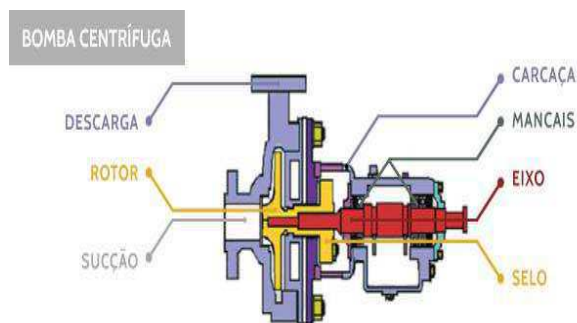


Figura 39: Principais componentes de uma bomba centrífuga
Fonte: DU-O-LAP selos mecânicos



Figura 40: Selo mecânico
Fonte: Mérito Comercial

Como a maioria das indústrias têm algum tipo de bomba centrífuga em funcionamento, em algum momento alguma dessas bombas precisará de manutenção, então é necessário o conhecimento teórico e prático para qualquer profissional da manutenção saber como efetuar a troca de um selo mecânico.

O estagiário efetuou a troca de um selo mecânico da bomba d'água do primeiro moinho sob a supervisão do mecânico, para tal atividade, deve-se desmontar toda a parte da frente da bomba responsável por bombear a água e tomar bastante cuidado com o anel de vedação no momento da montagem a fim de evitar vazamentos antes do esperado.

Os rolamentos também foram substituídos, a Figura 42 ilustra o momento em que foi preciso retirar a luva de bronze para poder retirar o rolamento do rotor, ele se localiza abaixo da luva, para poder sacar a luva é necessário dilata-lá aquecendo a peça, foi utilizado o maçarico pelo mecânico para realizar a tarefa.



Figura 41: Bomba d'água na oficina manutenção
Fonte: Autoria própria



Figura 42: Rotor para a troca do rolamento
Fonte: Autoria própria

4.16. Manutenção da rosca do separador de rótulo

O separador de rótulos é um equipamento da linha de moagem que faz a separação dos rótulos com o material PET, tudo ocorre por gravidade, é basicamente um tanque com água onde o material mais leve que é o PVC flutua e o material mais pesado o PET se deposita no fundo do tanque, facilitando a separação.

O material da parte inferior é elevado por meio da rosca helicoidal para a continuidade da moagem, como supracitado no relatório, com o passar do tempo de uso a rosca adquire desgaste que foi verificado pelo elevado acúmulo de material que se deposita no fundo do tanque, então foi agendada uma manutenção para efetuar o reparo da rosca.

Foi necessário o auxílio de quatro colaboradores para concluir a tarefa, o estagiário participou da atividade auxiliando o mecânico com o manuseio de ferramentas, força braçal e observações.



Figura 43: Tanque antes, durante e depois da manutenção respectivamente
Fonte: Autoria própria



Figura 44: Rosca na oficina para manutenção
Fonte: Autoria própria

4.17. Manutenção do motor e do quadro de comando da mesa compactadora

As Mesas de Compactação Vibratória são comumente utilizadas para compactar produtos em geral como pós, açúcar, farinhas, sabão em pó, farelos, rações, pregos, parafusos, etc. As mesas são projetadas para assegurar a compactação do material de forma que se tenha grande redução de volume da embalagem, que em alguns casos essa redução pode ser de até

25%. Garantindo que o volume total da carga seja reduzido, trazendo uma melhor operação logística para a empresa. (NIPPON, 2020)

A compactação ocorre devido ao funcionamento de um ou dois motovibradores, devidamente dimensionados operando de tal forma que as vibrações produzidas, devido suas massa excêntricas posicionadas, resultem em um movimento circular compactando e acomodando o produto desejado.

Foram feitas algumas modificações na mesa vibratória, no quadro de acionamento dos motores e em um motovibrador.

Na mesa vibratória foi realizada uma reorganização nos cabos que alimentam os motores ilustrado na Figura 45, pois os cabos estavam dificultando o operador a realizar seu trabalho, então o estagiário com a ajuda do supervisor de produção e o mecânico realizou a tarefa. Foram feitos furos com o maçarico embaixo da mesa e instalado um eletroduto de PVC a fim de evitar possíveis rompimentos dos cabos durante a vibração da mesa, o restante dos cabos foram fixados com ajuda de abraçadeiras de plástico e suspenso a uma altura suficiente para o operador poder transitar com facilidade.

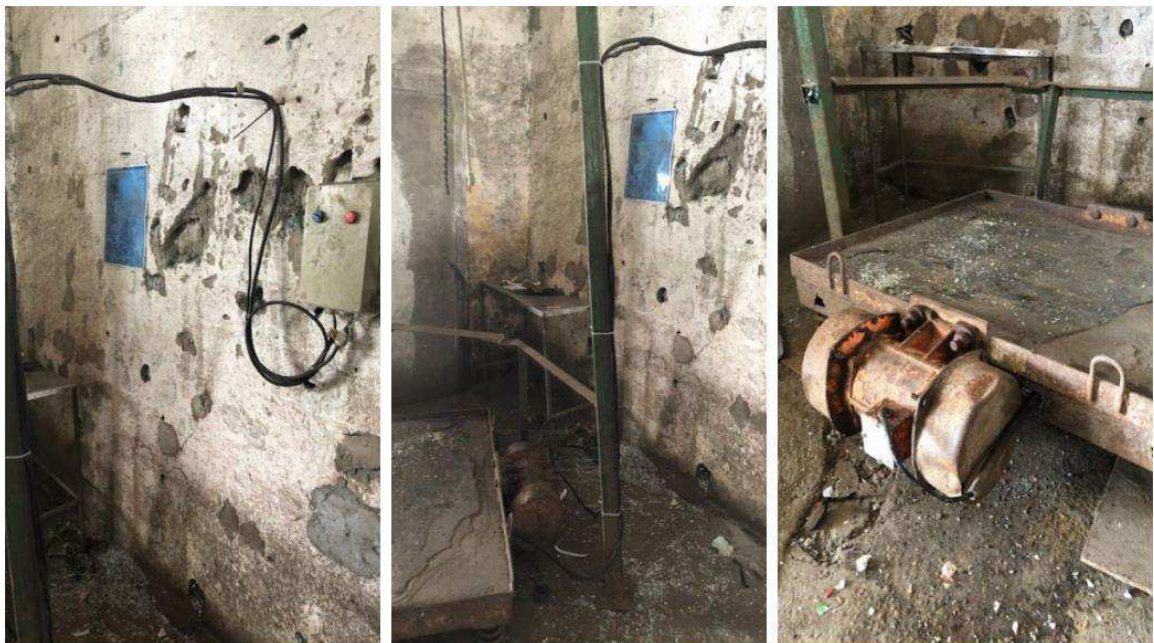


Figura 45: Mesa vibratória após a realização da reorganização dos cabos.
Fonte: Autoria própria

Como o motovibrador já passou por um processo de rebobinação, não foi instalado terminais de ligação em sua tampa e após muitas conexões realizadas em seus terminais verificou-se um encolhimento dos cabos no estator. Diante disso, foi necessária uma conexão

interna próximo ao estator, que para poder realizá-la é necessário desmontar o motovibrador para ter acesso ao seu interior.

Ficou a cargo do estagiário realizar todo o desmonte bem como as emendas nos fios do estator, sob supervisão do mecânico. No momento da montagem, deve-se ter bastante atenção no balanceamento e regulagem dos contrapesos a fim de evitar excesso de vibração e futuros problemas nos rolamentos do motovibrador, tomando nota o casamento com o segundo motovibrador para evitar deslocamento da mesa durante a compactação.



Figura 46: Rotor e contrapesos do motovibrador
Fonte: Autoria própria



Figura 47: Estator do motovibrador
Fonte: Autoria própria



Figura 48: Estator após a realização da conexão
Fonte: Autoria própria

No quadro de comando responsável pelo acionamento dos motores da mesa houve uma reorganização, pois o operador relatou que existia um cabo solto, após a observação foi medido com o voltímetro a tensão 220V pelo estagiário e haviam redundâncias de conexões.

Também foi realizado a troca do LED sinalizador de um dos motovibradores que estava queimado e a instalação de mais um LED sinalizador para o segundo motovibrador, visto que havia sinalização para somente um motovibrador o que tornava a visualização embaraçosa quando os dois motores estavam em funcionamento, com isso, houve uma melhoria no monitoramento de possíveis falhas.



Figura 49: Interior do quadro após a reorganização
Fonte: Autoria própria

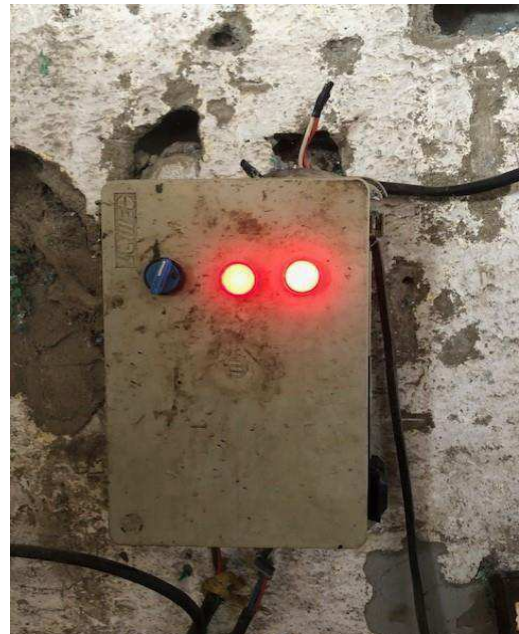


Figura 50: LEDs sinalizadores em funcionamento
Fonte: Autoria própria

4.18. Operação da retífica afiadora de facas industriais

Em todas as pausas entre turnos os mecânicos efetuam a troca do jogo de facas usadas nos moinhos por um novo jogo amolado, o processo de moer as garrafas PET causa a falta de fio ou o cegamento nas lâminas das facas. Enquanto a produção e os moinhos estão em funcionamento à oficina deve realizar o afiamento do jogo de facas subsequente, a necessidade é tamanha que o proprietário da empresa realizou a compra de uma retífica para poder afiá-las, hoje a empresa realiza somente a compra das barras de ferro para a confecção das facas, na oficina é realizado todo o processo a soldagem, cortes, furos e acabamentos.

Uma atividade corriqueira no período de estágio que o mecânico designou ao estagiário foi afiar as facas e consequentemente operar a retífica, o processo é simples, basta

fixar uma faca à base da retífica e ajustar o ângulo ideal para o melhor fio, depois acionar os comandos da bomba d'água, motor do rebolo afiador e o motor de deslocamento da retífica. Durante o processo deve-se sempre ajustar a força que o rebolo exerce na faca para acelerar o procedimento.



Figura 51: Retífica afiadora de facas durante o processo
Fonte: Autoria própria

4.19. Manutenção corretiva do quadro da lavadora

A partida estrela triângulo é um método de partida usado em motores elétricos trifásicos. Ela utiliza uma chave com o mesmo nome, manual ou automática, e é interligada aos rolamentos do motor, devendo estar acessíveis em seis terminais. Utilizando a partida estrela triângulo, o motor parte em configuração estrela, proporcionando maior impedância e menor tensão nas bobinas. Assim, a corrente de partida é diminuída, ocasionando em uma perda perceptível do torque de partida. Com a partida estrela triângulo, o motor realiza uma partida mais suave, diminuindo sua corrente de partida a aproximadamente 1/3 do que seria, caso acionado em partida direta. (MCEIG - PAINÉIS ELÉTRICOS, 2020)

Durante as últimas semanas de estágio o motor de 20CV da lavadora acionado por partida estrela-triângulo estava apresentando desligamentos repentinos, até então com o religamento ele voltava a pleno funcionamento. Assim, em um certo dia houve uma parada definitiva, o estagiário ao inspecionar o quadro de comando se deparou com dois problemas, o primeiro foi o contactor (K1) fumegando internamente e o segundo com o circuito de força aberto foi verificado que o contactor que realiza o fechamento estrela (K3) estava com seus

contatos fundidos mantendo sempre o contactor acionado. A primeira ação foi a substituição dos dois contactores.

Após efetuar a substituição dos contactores foi realizado o teste de funcionamento da partida, assim foi verificado que não estava havendo a comutação entre o fechamento estrela para o fechamento triângulo, sabe-se que o dispositivo responsável por essa comutação é o relé de tempo então a segunda ação foi a substituição do relé temporizador que foi o causador de todo o problema fazendo com que a máquina permanecesse em grandes períodos de funcionamento no fechamento estrela com a potência reduzida, ou seja, trabalhando de forma inadequada; com isso, o problema foi solucionado com sucesso. A Figura 52 ilustra o contactor K3 aberto para inspeção e a Figura 53 o contactor K1 já substituído

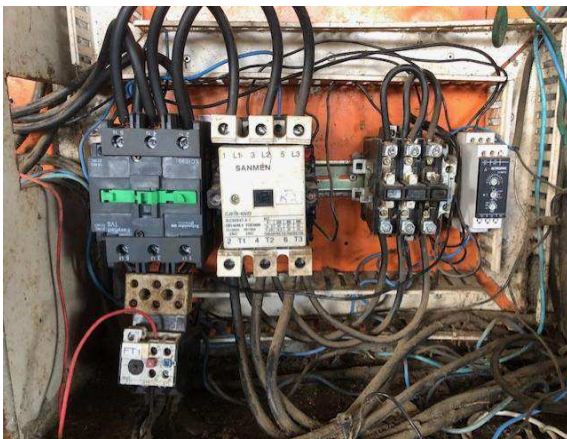


Figura 52: Contador K3 aberto para inspeção
Fonte: Autoria própria

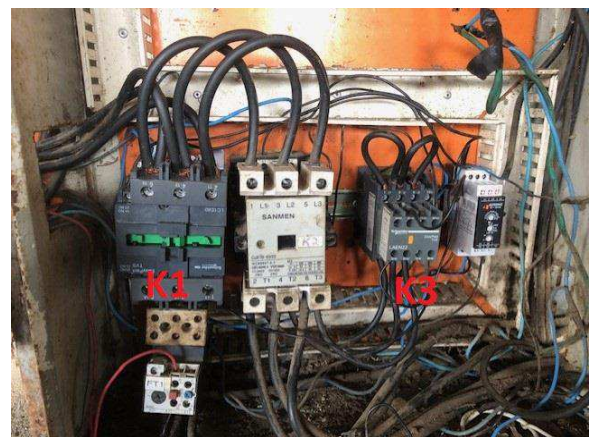


Figura 53: K1, K3 e o relé de tempo substituídos
Fonte: Autoria própria

4.20. Análise do uso de energia do compressor

O sistema de bombeamento do poço para os tanques de água da empresa é feito por pressão, para isso era utilizado um compressor de baixa potência a fim de pressurizar ar comprimido na superfície do poço para fazer com que a água eleve para os tanques, porém o compressor por falta de manutenção apresentou defeito. A solução do mecânico foi utilizar o compressor industrial para fornecer o ar comprimido para o poço, porém por se tratar de um compressor de alta potência, ele apresenta um gasto excessivo de energia para a atividade, ponto observado pelo estagiário. Vale ressaltar que esse sistema apresenta uma baixa vazão e tem a necessidade de que o compressor esteja constantemente em funcionamento para evitar a falta de água durante o processo produtivo. A Figura 54, a seguir, mostra o compressor que estava sendo utilizado no sistema de bombeamento.



Figura 54: Compressor quebrado utilizado anteriormente para o poço.
Fonte: Autoria própria

O estagiário cronometrou o tempo de funcionamento e o tempo entre acionamentos para uma melhor análise, o ciclo de funcionamento é em cerca de 5 (cinco) minutos, sendo que 1 (um) minuto em funcionamento e 4 (quatro) minutos desligado, se um dia tem 24 (vinte e quatro) horas e cada hora tem 60 (sessenta) minutos, temos 1440 (mil quatrocentos e quarenta) minutos por dia, Então:

$$Ciclos\ por\ dia = \frac{minutos\ por\ dia}{tempo\ de\ ciclo} = \frac{1440}{5} = 288\ ciclos \quad Eq. (1)$$

Como em cada ciclo o compressor permanece um minuto em funcionamento, temos um total de 288 (duzentos e oitenta e oito) minutos de consumo efetivo ou 4,8 (quatro virgula oito) horas de consumo por dia, que se forem somados nos trinta dias do mês tem-se um total de 144 (cento e quarenta e quatro) horas de consumo.

Vale acrescentar que este consumo representa a aplicação somente para o poço com toda a linha de moagem sem funcionamento, se for considerado o uso para ferramentas pneumáticas utilizadas pela oficina o consumo aumenta.

A Figura 55, a seguir, ilustra os dados do motor do compressor:



Figura 55: Dados de placa do motor elétrico do compressor
Fonte: Autoria própria

Com os dados de placa do motor que aciona o compressor, calculamos a potência elétrica ativa consumida utilizando o rendimento.

$$P_{eletrica} = \frac{P_{eixo}}{n} = \frac{11000}{0,91} = 12,13 \text{ kW} \quad \text{Eq. (2)}$$

A empresa se encontra no subgrupo A4, que é caracterizado pela tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV logo para o cálculo do consumo deve-se levar em consideração o consumo na ponta e fora de ponta. Então, tem-se um total mensal de 126 (cento e vinte seis) horas de consumo fora de ponta e 18 (dezoito) horas de consumo na ponta. O valor do kW utilizado de referência foi de R\$1,93295 na ponta e R\$0,39201 fora de ponta, a fatura foi referente a janeiro de 2020.

$$Consumo_{ponta} = horas * Potência = 18 * 12,13 = 218,43 \text{ kWh} \quad \text{Eq.(3)}$$

$$Consumo_{Fponta} = horas * Potência = 126 * 12,13 = 1528,38 \text{ kWh} \quad \text{Eq.(4)}$$

Logo, basta multiplicar o consumo pelo valor da tarifa.

$$Valor_{ponta} = Consumo_{ponta} * Tarifa \quad \text{Eq.(5)}$$

$$Valor_{ponta} = 218,43 * 1,93295 = R\$422,21$$

$$Valor_{Fponta} = Consumo_{Fponta} * Tarifa \quad \text{Eq.(6)}$$

$$Valor_{Fponta} = 1528,38 * 0,39201 = R\$599,14$$

No total temos o valor de R\$1021,35 (mil e vinte e um reais e trinta e cinco centavos) de consumo mensal referente ao compressor, o estagiário apresentou a proposta de compra de um compressor menor para a realização do bombeamento do poço ou a compra de uma bomba submersa que traria uma redução na fatura de energia elétrica da empresa, porém o proprietário não resolveu investir no momento por conta da crise causada pela pandemia do COVID-19.

4.21. Confeção de protetores faciais

A crise gerada pelo novo coronavírus interrompeu, de forma brusca, o ciclo de recuperação na atividade industrial do Brasil. Na empresa onde foi realizado o estágio não foi diferente, o *flake* PET serve de matéria prima para várias indústrias que durante a pandemia encontraram-se sem funcionamento ou com funcionamento reduzido, fazendo com que a venda do mesmo diminuísse.

Alavancado pela falta de vendas de *flake* PET, o proprietário da empresa encontrou novas formas de conseguir comercializar produtos para manter a empresa em funcionamento e seus colaboradores com emprego. Para isso, foi desenvolvida a produção de protetores faciais do tipo *face shield*, o primeiro grande pedido foi de um total de 3000 (três mil) protetores para serem produzidos em apenas três dias, uma força tarefa foi montada na empresa e o estagiário participou ativamente do processo montando e separando kits, além de ajudar na logística trabalhando em conjunto com a supervisora de produção no planejamento de rotas de entregas nas cidades de Campina Grande e João Pessoa.

Na Figura 56 mostra o Kit utilizado para produção dos protetores faciais:

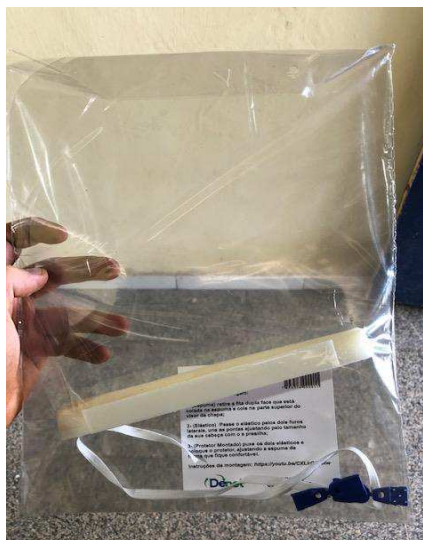


Figura 56: Kit para montagem do protetor facial do tipo *face shield* produzidas na DE-PET
Fonte: Autoria própria

5. PROPOSTA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O Brasil começou tarde a criar um ambiente favorável para se investir em energia renovável, somente em 2012 através da ANEEL com a resolução normativa N°482 de abril/2012 foram definidas as principais regras para o funcionamento da chamada micro e mini geração distribuída, modelo em que pequenos usuários podem produzir sua própria energia elétrica de forma integrada à rede de distribuição das concessionárias.

Na Figura 57 abaixo vemos que desde a primeira resolução publicada em 2012, temos um rápido crescimento no número de conexões, isso se deve em grande parte pela viabilidade criada e melhorias implementadas nas resoluções publicadas em 2015.



Figura 57: Conexões acumuladas de geração fotovoltaica até 2016.
Fonte: ANEEL, 2016

Em 96,8% de todas as ligações registradas pela ANEEL de auto geração foram de sistemas fotovoltaicos, isso se deve ao fato do custo de produção por kWh ser menor em relação às outras formas de auto geração. A região Nordeste, que possui uma maior irradiação solar, é a região do Brasil em que o investimento é mais rentável.

De acordo com a fatura da energia elétrica da empresa e os resultados obtidos com o auxílio do medidor, não há grandes problemas a serem solucionados para a diminuição do valor da fatura. Com isso, sabe-se que a fatura de energia elétrica da empresa não irá reduzir em grande escala, fazendo com que a proposta de investimento na geração fotovoltaica seja favorável.

A proposta presente no relatório será baseada no consumo de duas unidades consumidoras do grupo que são a DE-PET e a F1-PACK que está localizada no município de Queimadas-PB, ambas são atendidas pela Energisa Borborema. Pelo vasto tamanho tanto do terreno quanto do galpão da F1-PACK foi o local escolhido para a instalação dos painéis.

Portanto por meio do histórico de consumo presente na fatura de energia elétrica das duas empresas foram realizados gráficos onde pode-se observar na Figura 56 e 57 o consumo dos últimos 12 meses.

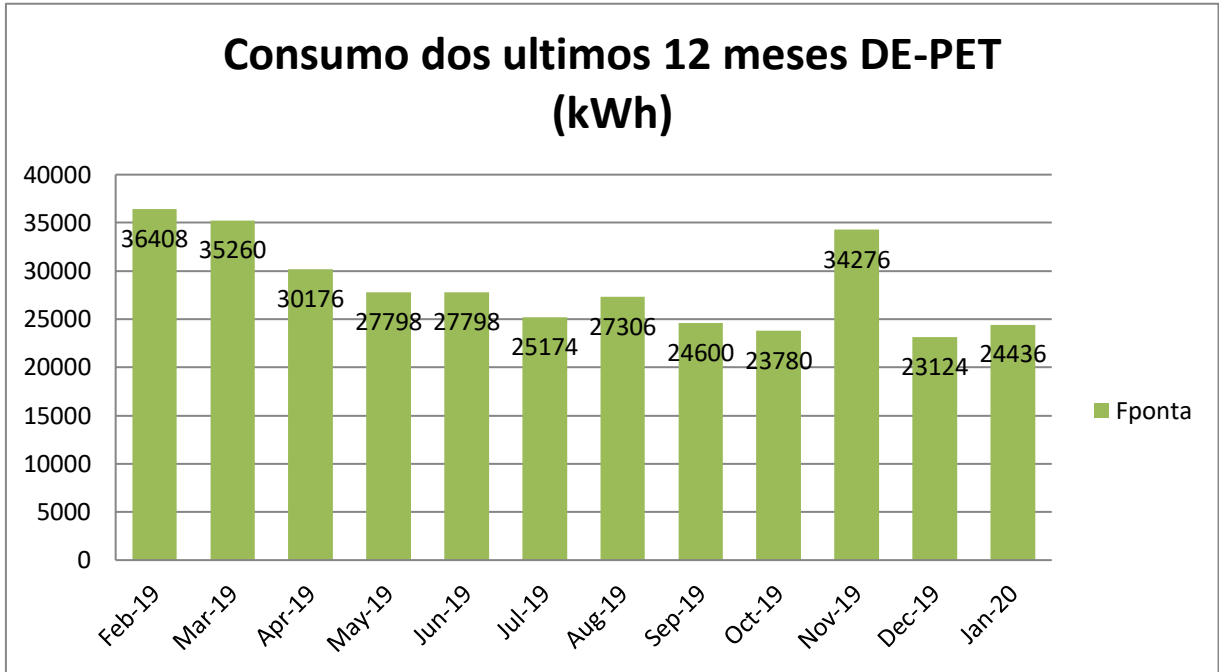


Figura 58: Histórico de consumo anual de energia elétrica fora de ponta para DE-PET
Fonte: Autoria própria

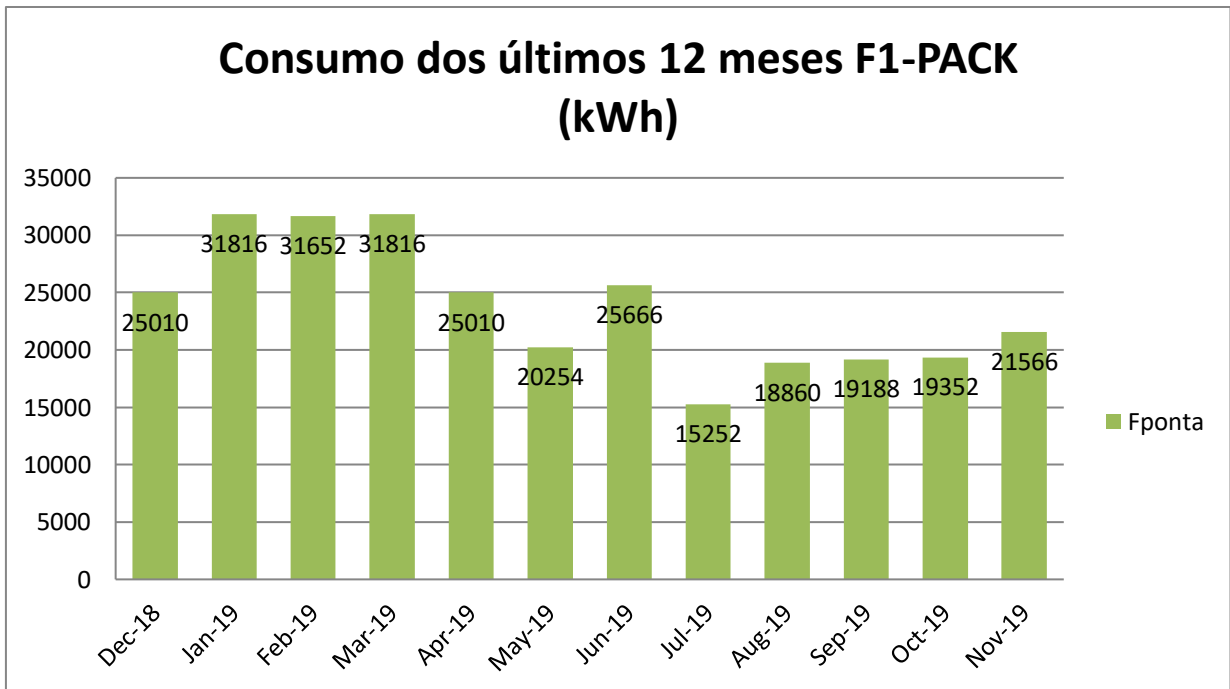


Figura 59: Histórico de consumo anual de energia elétrica fora de ponta para F1-PACK
Fonte: Autoria própria

O primeiro passo para o dimensionamento da geração fotovoltaica para as empresas, é calcular a média dos consumos anuais, já falada anteriormente no trabalho. A média diária foi calculada a partir da média anual mensal dividida por trinta, resultando em 945 kWh/dia para a DE-PET e 793 kWh/dia na F1-PACK, que somados tem um total 1738 kWh/dia.

A partir da ferramenta disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>, é possível encontrar a irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional, uma iniciativa do CRESESB (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito) de oferecer uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.

Após a coleta dos dados de irradiação para a localização exata da F1-PACK com o auxílio da ferramenta, mostrada na Figura 60 abaixo, encontramos o fator HSP (Irradiação solar diária média mensal) para o plano horizontal médio dos últimos doze meses, um valor de 5,32 kWh/m².dia.

Estação: Campina Grande																
Município: Campina Grande, PB - BRASIL																
Latitude: 7,301° S																
Longitude: 35,849° O																
Distância do ponto de ref. (7,297554° S; 35,887425° O): 4,3 km																
#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,74	5,77	5,81	5,30	4,81	4,10	4,24	4,99	5,54	5,83	6,03	5,92	5,32	1,93

Figura 60: Irradiação solar diária média mensal.

Fonte: CRESESB

Na maioria dos estudos, o rendimento de um sistema de geração fotovoltaica gira em torno de 80%, ou seja, 20% de perdas. O rendimento será importante para o cálculo da potência total que os painéis devem gerar, calculados a seguir:

$$P = \frac{\text{Consumo médio diário total (kWh)}}{\text{HSP} * \text{Rendimento}} = \frac{1738}{5,32 * 0,8} = 408 \text{ kWp} \quad \text{Eq. (7)}$$

Com o valor encontrado da potência total dos painéis, deve-se escolher qual tamanho e potência cada painel deve possuir, o considerado nos estudos é o painel de 400 W. Logo, dividindo a potência total pela potência de cada painel, temos a quantidade de 1026 painéis.

A fim de aumentar a confiabilidade do sistema, deve-se dividir a geração em mais de um inversor, pois caso o projeto fosse contemplado com apenas um inversor, no momento de uma falha a geração seria totalmente comprometida. Então, foi decidido que para a fábrica seriam necessários dois inversores de 150 kW.



Figura 61: Inversor solar
Fonte: *SunFlower*

Após cotações realizadas, uma empresa de instalações de painéis em Campina Grande – PB avaliou o custo para o investimento, incluído os produtos, instalação e frete em R\$1.200.000,00 (um milhão e duzentos mil reais). Com uma média de produção de energia mensal de 47.295 kWh. O tempo de retorno do projeto seria de aproximadamente 50 meses, ou seja, quatro anos e dois meses.

Então para a empresa o investimento na energia fotovoltaica é bastante viável, pois o tempo de retorno é consideravelmente rápido para um investimento desse porte. Além de que os consumidores da energia solar levam em consideração os aspectos ambientais que comprovam que este tipo de energia é verde, tais como, a não emissão de CO₂, isso é um ponto positivo em relação à imagem sustentável da empresa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constou-se que o estágio supervisionado, tem caráter de extrema importância na formação do então estudante de engenharia elétrica, pois é a partir desta experiência que o aluno pode vivenciar na prática a aplicação das tantas teorias vistas em sala de aula e assim desenvolver com mais facilidade as atividades que lhe forem confiadas. O presente relatório abordou tópicos pertinentes a instalações elétricas, equipamentos elétricos e automação industrial.

O aluno realizou estudos de especificações técnicas, diagramas unifilares e ainda aperfeiçoou conhecimentos práticos de montagem e comandos elétricos. No que compete às atividades interpessoais, toda desenvoltura foi mérito do estagiário percebendo neste aspecto déficit durante formação visto que dinâmicas contendo interações entre alunos em sala de aula são raras.

Após 260 horas de estágio cumpridas pode-se afirmar que houve uma absorção de experiências profissionais gigantesca, que proporcionaram um aprendizado ímpar na formação do aluno de engenharia elétrica que quando somado a carga teórica e laboratorial absorvida durante as disciplinas presenciais, contribuíram para a formação de um profissional completo e preparado para o mercado.

O estágio é o momento em que o aluno atesta os conhecimentos adquiridos na faculdade com a dinâmica de atividades requeridas por uma empresa. Sob esse aspecto, é possível afirmar que as atividades desenvolvidas tanto ratificaram como necessitaram dos conhecimentos adquiridos no decorrer do curso, sobretudo na disciplina Instalações elétricas, na qual foram abordados tópicos sobre comandos elétricos.

Finalmente, a DE-PET Reciclagens LTDA atentou para as dificuldades da profissão, para novos desafios e deixou o estagiário livre para aprender sobre qualquer setor que lhe interessasse, possibilitando adquirir ganhos imensuráveis no campo pessoal e profissional.

REFERÊNCIAS

MARCOS. **Conheça as causas de falhas em motores elétricos**. 2018. Disponível em: <http://www.vibmaster.com.br/falhas-em-motores-eletricos/>. Acesso em: 08 jun. 2020.

CAMARA, João Maria; ARAÚJO, Igor Mateus de; SANTOS, Crisluci Karina Souza. **MANUTENÇÃO ELÉTRICA INDUSTRIAL**. 2012. Disponível em: <http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut/10%20-%20Cap%editulo%208.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.

ATLAS COPCO. **Por que há água no meu compressor?** 2020. Disponível em: <https://www.atlascopco.com/pt-br/compressores/wiki/compressed-air-articles/what-is-condensate-in-air#>. Acesso em: 10 jun. 2020.

AIRCOMP - COMPRESSORES. **Como retirar a água do compressor de ar**. 2020. Disponível em: <https://www.aircomp.com.br/dicas-sobre-compressor-de-ar/como-tirar-a-agua-do-compressor-de-ar>. Acesso em: 10 jun. 2020.

AIR PRESS COMPRESSORES. **Compressor de Ar Fort 60/425L Schulz**. 2020. Disponível em: <https://www.airpresscompressores.com.br/produto/compressores-de-ar/compressor-de-ar-fort-60-425l-schulz/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

ZAFFA (Diadema). **Purgador eletrônico - Lefoo - LFSV20-B - 1/2" 220 volts - Dreno automático temporizado - Lefoo**. 2020. Disponível em: <https://www.zaffa.com.br/produto/purgador-eletronico-lefoo-lfsv20-b-12-220-volts-dreno-automatico-temporizado-lefoo/2796>. Acesso em: 11 jun. 2020.

COBRIMETAL (Cotia-sp). **Rosca transportadora helicoidal**. 2020. Disponível em: <http://www.cobrimetal.com.br/rosca-transportadora-helicoidal>. Acesso em: 12 jun. 2020.

PARAÍSO DAS BOMBAS. **Manutenção de motor elétrico: como fazer corretamente**. 2017. Disponível em: <https://blog.paraisodasbombas.com.br/manutencao-de-motor-eletrico-como-fazer-corretamente/>. Acesso em: 12 jun. 2020.

MERCADO LIVRE. **Chave frente e re empilhadeira.** 2020. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-980664687-chave-frente-e-re-empilhadeira-_JM. Acesso em: 15 jun. 2020.

DU-O-LAP SELOS MECÂNICOS. **O que é um selo mecânico?** 2013. Disponível em: <http://du-o-lap.com.br/noticias/?p=4>. Acesso em: 15 jun. 2020.

ULTRASEAL SELOS MECÂNICOS. **O que é Selo Mecânico?** 2020. Disponível em: <https://www.ultraseal.com.br/noticias/o-que-e-selo-mecanico>. Acesso em: 15 jun. 2020.

MÉRITO COMERCIAL (São Paulo). **Selo Mecânico Selobras Ts-P Buna De 2" Polegadas.** 2020. Disponível em: <https://www.meritocomercial.com.br/selo-mecanico-selobras-ts-p-buna-de-2-polegadas-p1032025>. Acesso em: 15 jun. 2020.

NIPPON. **Mesa de Compactação Vibratória.** 2020. Disponível em: <http://nippon-maquinas.com.br/compactadores/>. Acesso em: 16 jun. 2020.

MCEIG - PAINÉIS ELÉTRICOS. **Partida Estrela Triângulo.** 2020. Disponível em: <https://www.mceig.com.br/partida-estrela-triangulo>. Acesso em: 16 jun. 2020.

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS CNI. **Crise do novo coronavírus promove desafios para a indústria e para o Brasil.** 2020. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/economia/crise-do-novo-coronavirus-promove-desafios-para-a-industria-e-para-o-brasil/>. Acesso em: 18 jun. 2020.

AIRES, Isabela de Farias Nóbrega. **PROPOSTA DE AÇÕES DE CONTROLE DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DE FLAKE DE PET, LOCALIZADA EM CAMPINA GRANDE-PB.** 2018. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

MARQUES, Laura Eduarda Vieira Pereira. **RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO AMAZONAS – PRODUTOS PARA CALÇADOS LTDA.** 2014. 63

f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

ANEEL. **Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética** – SPE PROJETO PRIORITÁRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ESTRATÉGICO DE P & D : “ EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E MINIGERAÇÃO EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO SUPERIOR ”. , 2016.

BEN – **Balço Energético Nacional, 2019**. Disponível no site <https://ben.epe.gov.br/>, consulta em 18/06/2020.

BRASIL. CRESESB. **Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SUNFLOWER ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Inversor Solar Fotovoltaico SMA (SUN48BR)**. 2020. Disponível em: <https://sunflowerenergia.com.br/loja/inversor-solar-fotovoltaico-sma-shp150-sunny-150kw/>. Acesso em: 18 jun. 2020.