UNILAVRAS
Centro Universitário de Lavras
www.unilavras.edu.br

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

ANILSON FONSECA DE SOUZA

JULIANO LIMA ASSIS

MARCELO DE CÁSSIA ALMEIDA

MAXMULLER VITOR DE OLIVEIRA

PORTFÓLIO ACADÊMICO
ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE PROJETOS EM MANUFATURA E LOGÍSTICA OPERACIONAL

LAVRAS-MG

2022

UNILAVRAS
Centro Universitário de Lavras
www.unilavras.edu.br

ANILSON FONSECA DE SOUZA
JULIANO LIMA ASSIS
MARCELO DE CÁSSIA ALMEIDA
MAXMULLER VITOR DE OLIVEIRA

PORTFÓLIO ACADÊMICO
ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE PROJETOS EM MANUFATURA E LOGÍSTICA OPERACIONAL

Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, curso de graduação em Engenharia Mecânica.

ORIENTADOR
Prof. Dr. Evandro Pereira da Silva

CONVIDADO
Prof.ª Dra. Isadora Cota Carvalho

PROFESSORA
Prof.ª Dra. Luciana Aparecida Gonçalves Oliveira

LAVRAS-MG
2022

UNILAVRAS
Centro Universitário de Lavras
www.unilavras.edu.br

ANILSON FONSECA DE SOUZA
JULIANO LIMA ASSIS
MARCELO DE CÁSSIA ALMEIDA
MAXMULLER VITOR DE OLIVEIRA

PORTFÓLIO ACADÊMICO
ANÁLISE DA EXECUÇÃO DE PROJETOS EM MANUFATURA E LOGÍSTICA OPERACIONAL

Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, curso de graduação em Engenharia Mecânica.

Aprovado em ___/___/___

_____
ORIENTADOR

Prof. Dr. Evandro Pereira da Silva
Centro Universitário de Lavras

_____
CONVIDADO

Prof.ª Dra. Isadora Cota Carvalho
Centro Universitário de Lavras

_____
PROFESSORA

Prof.ª Dra. Luciana Aparecida Gonçalves Oliveira
Centro Universitário de Lavras

LAVRAS-MG
2022

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento Técnico
da Biblioteca Central do UNILAVRAS

S729a

Souza, Anilson Fonseca De.
Análise da execução de projetos em manufatura e logística operacional/ Anilson Fonseca De Souza, Juliano Lima Assis, Marcelo De Cássia Almeida, Maxmuller Vitor De Oliveira – Lavras: Unilavras, 2022.

74 f.:il.

Portfólio acadêmico (Graduação em Engenharia mecânica) – Unilavras, Lavras, 2022.

Orientador: Prof.ª Evandro Pereira da Silva.

1. Manutenção Industrial. 2. logística operacional. I. Assis, Juliano Lima. II. Almeida, Marcelo De Cássia. III. Oliveira, Maxmuller Vitor De. IV. Silva, Evandro Pereira da (Orient.). V. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico esse portfólio àqueles que me servem de motivação para continuar essa minha empreitada chamada vida e esses são os meus filhos: Otávio, Raul e Mariana e a minha esposa Meirislaine, que sou grato por tudo.

Anilson Fonseca de Souza

Dedico este portfólio a Deus, meu pai e mãe, meus avôs e toda minha família.

Juliano Lima Assis

Dedico este portfólio primeiramente a Deus que me deu sabedoria para conciliar tempo entre espiritualidade, trabalho, estudo e a minha esposa Ana Paula com meus filhos Leonardo e Gabriel, a quem tanto amo.

Marcelo De Cássia Almeida

Dedico Primeiramente a Deus aos meus pais, esposa e toda a minha família que sempre me apoiaram durante o meu curso.

Maxmuller Vitor de Oliveira

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo que tenho e posso realizar. A minha família, esposa e filhos, aos meus pais, Laércio (*In memoriam*) e Josefina, por moldar esse homem de caráter e honesto que me tornei.

A todos os colegas que me apoiam sempre, em tudo que quero realizar, em especial gostaria de agradecer a Engel Fernandes, companheiro de trabalho e de projeto, se não fosse a ajuda dele, esse projeto talvez não teria saído do papel.

Demonstro gratidão para com a empresa onde trabalho por me oferecer um ambiente propício ao desenvolvimento do projeto.

Por fim, quero agradecer também aos Mestres, Doutores e professores do UNILAVRAS por compartilharem sua sabedoria e conhecimento para conosco.

Anilson Fonseca de Souza

Agradeço a Deus pela minha existência, meus colegas de curso, os que conheci em minha vivência no campus da faculdade, aos que se tornaram amigos.

A meus professores por terem nos ensinados o que sabiam. Aos colaboradores do UNILAVRAS, que mantiveram sempre uma excelente harmonia no local. Agradeço também ao nosso Professor e Orientador, por ter nos guiados nesse processo de conclusão dessa etapa.

Também sou grato a todos do meu local de estágio que tomaram um pouco de seu tempo e tiveram ótima vontade de me ensinar.

Juliano Lima Assis

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado sabedoria para conciliar o tempo entre estudo e trabalho, minha esposa com meus filhos, por ficarem ao meu lado como alicerces durante esta caminhada.

Ao UNILAVRAS com seus Mestres, Doutores e professores por compartilharem seu conhecimento para conosco e em especial a nosso orientador Prof. Dr. Evandro Pereira da Silva, pela confiança em meu trabalho e por ter me ajudado prontamente sempre que o procurei.

Marcelo de Cássia Almeida

Agradeço a Deus por ter me dado saúde, sabedoria e força para chegar ao fim do curso conciliando trabalho e estudo, agradeço também minha esposa Ana Carolina Barbosa de Oliveira e filhas por sempre me apoiarem nessa caminhada.

Aos meus pais, Flávio Antônio de Oliveira e Rosilaine Almeida de Oliveira por sempre me incentivar e acreditar muito em mim.

Quero deixa um agradecimento para todos os professores que compartilharam seus conhecimentos comigo, em especial ao nosso orientador Prof. Dr. Evandro Pereira da Silva que me acompanhou do início até o fim do curso.

Maxmuller Vitor de Oliveira

“Ó vida futura! Nós te criaremos.”

(Carlos Drummond de Andrade, 1940, p40.)

LISTAS DE ABREVIATURAS

LP - Líquido Penetrante

MIG - *Metal Inert Gás*

MAG - *Metal Active Gás*

CAD - *Computer-Aided Design*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de Cromação da Planta 17
Figura 2 – Carro transportador de racks 19
Figura 3 – Esquema Elétrico de Acionamento do Movimento de Translação 20
Figura 4 – Esquemático do Funcionamento do Motor Cônico 22
Figura 5 – Estator(A) e Rotor(B) Danificados 23
Figura 6 – EWO (Ordem de Serviço Emergencial) 25
Figura 7 – Moto-redutor Cônico com Freio Integrado 26
Figura 8 – Croqui do Flange Piloto 28
Figura 9 – Motor Piloto(A) e Redutor (B) 29
Figura 10 – Etapas de Fabricação do flange piloto. 30
Figura 11 – Conjunto Piloto Instalado 31
Figura 12 – Kaizen 33
Figura 13 – Esquema Elétrico com Circuito de Freio 34
Figura 14 – Conjunto montado e instalado no equipamento 35
Figura 15 – Local do Estágio 37
Figura 16 – (A) Eixos deformados, (B) Novo eixo, (C) Nova estrutura de suporte 38
Figura 17 – (A) Tampa caixa, (B) tampa fabricada, (C) Desenho técnico da tampa 40
Figura 18 – (A) Suporte cilindros pneumáticos, (B) Construção de uma porteira 41
Figura 19 – Casa de força Usina Hidrelétrica de Funil 43
Figura 20 – Erro de Run-Out 44
Figura 21 – Erro de Verticalidade 47
Figura 22 – Ângulo de fase regência de balanceamento rotor 48
Figura 23 – Inspeção De Trincas Com Líquido Penetrante - LP 49
Figura 24 – Inspeção Visual De Cavitação 50
Figura 25 – Imagem empilhadeiras, sendo primeira a gás e segunda elétrica 52
Figura 26 – Imagem do empilhamento dos materiais no estoque vertical. 54
Figura 27 – Organização do almoxarifado central 56
Figura 28 – Gráfico do planejamento do inventário cíclico 57
Figura 29 – Balança para conferência física e a imagem do ticket de inventário 59
Figura 30 – Documento de liberação de um novo produto e desenho técnico de um componente 61

LISTA DE SIGLAS

5W1H	*What, When, Where, Who, Which, How.*
B/C	Beneficio/Custo.
CA	Corrente Alternada.
CC	Corrente Continua.
CLP	Controlador Lógico Programado.
CNC	Comando Numérico Computadorizado.
EWO	*Emergency Work Order* (Ordem de Serviço Emergencial).
hp	*Horse Power* (grandeza física potência).
Hz	*Hertz* (unidade de medida de frequência).
LADDER	Linguagem de Programação industrial.
mm	Milímetro.
Nm	Newton Metros (unidade de torque no sistema internacional de medidas).
RPM	Rotações por Minutos.
TTR	Tempo de Reparo (*Time to Repair*).
W	*Watt* (unidade de potência do sistema internacional de unidades).
Montante	Ponto de referência olhando para nascente de um rio.
Jusante	Ponto de referência olhando para o oposto da nascente de um rio.
SAP	Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema.
PCP	O processo de planejamento e controle da produção.
WIP	Trabalho em progresso". Dentro do planejamento de projetos, esse
termo	é usado para se referir a tarefas que já estão em andamento, mas que ainda não foram concluídas.
GLP	Empilhadeiras a gás.
FG01	Finished goods (produto acabado).
WMS	*Warehouse Management System* uma solução digital (software ou aplicativo) que integra processos, automatiza tarefas e ajuda na gestão da logística de uma empresa. É aplicado em armazéns e centros de distribuição.
MIGO	*Movement In Goods Out* e o código usado no sistema SAP para informar que uma remessa de fato chegou (ou saiu) do estoque da empresa.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 DESENVOLVIMENTO.....17
2.1 Desenvolvimento do aluno Anilson Fonseca de Souza.....17
2.1.1 Local das vivências profissionais.....17
2.1.2 Análise da falha.....18
2.1.3 Estudando ações para eliminar a causa raiz.....26
2.1.4 Kaizen. 32
2.1.5 Instalação da adaptação no equipamento. 34
2.2 Desenvolvimento do aluno Juliano Lima Assis.....37
2.2.1 Local das vivências profissionais.....37
2.2.2 Melhoria em um Guincho 38
2.2.3 Desenho Técnico de uma peça 39
2.2.4 Outras atividades desenvolvidas 41
2.3 Desenvolvimento do aluno Marcelo de Cássia Almeida.....43
2.3.1 Local das vivências profissionais.....43
2.3.2 Inspeção/correção do erro de Run-Out do eixo da unidade geradora.....44
2.3.3 Inspeção/correção de verticalidade do eixo unidade geradora 45
2.3.4 Inspeção/correção do balanceamento do rotor do gerador 47
2.3.5 Inspeção/correção de trincas nas pás da turbina unidade geradora 48
2.3.6 Inspeção/correção de cavitação nas pás da turbina unidade geradora.....49
2.4.1 Local das vivências profissionais.....51
2.4.2 Atividades desenvolvidas como líder na expedição 51
2.4.3 Atividades desenvolvidas como líder no recebimento e almoxarifado.....55
2.4.4 Atividades de liberação de estruturas de novos produtos 59
3 AUTOAVALIAÇÃO 62
3.1 Autoavaliação do aluno Anilson Fonseca de Souza.....62
3.1.1 Desenvolvimento profissional 62
3.1.2 Desenvolvimento pessoal.....62
3.1.3 Perspectiva de formação continuada 62
3.2 Autoavaliação do aluno Juliano Lima de Assis.....63
3.2.1 Desenvolvimento profissional 63
3.2.2 Desenvolvimento pessoal.....63

3.2.3 Perspectiva de formação continuada 63
3.3 Autoavaliação do aluno Marcelo de Cássia Almeida.....64
3.3.1 Desenvolvimento profissional.....64
3.3.2 Desenvolvimento pessoal.....64
3.3.3 Perspectiva de formação continuada 64
3.4 Autoavaliação do aluno Maxmuller Vitor de Oliveira 65
3.4.1 Desenvolvimento profissional.....65
3.4.2 Desenvolvimento pessoal.....65
3.4.3 Perspectiva formação continuada 65
4 CONCLUSÃO.....66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 69

1 INTRODUÇÃO

O presente portfólio traz as experiências adquiridas Por nós alunos do curso de Engenharia Mecânica, em nossos respectivos estágios, destacando cada fase dos trabalhos em campo, os quais serão discorridos a seguir.

Eu, Anilson Fonseca de Souza, nesse portfólio descrevo minhas vivências em uma área específica da empresa, na qual estou realizando meu projeto, que é denominada cromação de hastes. O foco da equipe de projeto foi na parte dos carros transportadores de racks, que estavam apresentando uma falha no sistema de translação, e que causava uma grande perda econômica. O intuito desse projeto foi resolver a perda gerada por essa falha.

Eu, Juliano Lima Assis, atuei em uma empresa de reposição e manutenção em componentes mecânicos, com serviços de usinagem e em uma fábrica de amortecedores. Meu objetivo foi descrever as experiências vividas e relacioná-las aos meus estudos durante o curso de Engenharia Mecânica.

Eu, Marcelo de Cássia Almeida, neste portfólio vou relatar sobre a perda na vida útil de turbinas geradoras de grande porte do tipo Kaplan vertical quando trabalham com comprometimento em sua verticalidade, Run-Out e centragem de seu eixo principal girante em relação às faces dos seus mancais. As atividades incluem inspecionar a correção dos defeitos de trinca e cavitação em equipamentos mecânicos industriais, em uma usina hidrelétrica.

Eu, Maxmuller Vitor de Oliveira, descrevo meu aproveitamento profissional na empresa de peças automotivas onde trabalho há 13 anos, sendo 4 anos na produção e 9 anos na logística, onde hoje sou líder. O objetivo nesse portfólio é apresentar essa atuação.

Os objetivos específicos deste portfólio foram: escolher o local para o estágio; fazer anotações e registros fotográficos das atividades observadas e correlacionar os registros com as disciplinas do curso e a literatura científica atual.

A relevância das experiências vividas por nós nesse portfólio foi de grande valia para nosso futuro profissional, pois nos mostrou o que encontraremos no mercado e o que esse espera de nós, além de abrir novos caminhos e alavancar nosso perfil profissional.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Desenvolvimento do aluno Anilson Fonseca de Souza

Já há 22 anos no ramo da manutenção industrial como técnico eletrônico, agora estou tendo a oportunidade, com os novos conhecimentos adquiridos no curso de graduação em Engenharia, de me aventurar no campo da mecânica e comecei logo numa das vertentes que gostaria de atuar, a qual é a área de projeto.

2.1.1 Local das vivências profissionais

Meu aproveitamento profissional foi realizado em uma empresa multinacional fabricante de amortecedores de Minas Gerais, e teve como foco principal a manutenção corretiva da usinagem de hastes. Esse setor é responsável pela produção das hastes dos amortecedores. Meu projeto foi realizado na área da cromação, que pode ser visto na Figura 1, que estava com um problema crônico nos carros transportadores de racks, gerando perdas no processo produtivo.

Figura 1 – Processo de Cromação da Planta

Fonte: Própria autoria. (2022)

Na Planta (Figura 1), o processo de galvanoplastia utilizado é o de cromagem, sendo o intuito deste, proteger e aumentar a resistência da superfície das hastes. Este processo acontece em várias etapas, onde cada um dos tanques observados acima, em destaque, é utilizado para a realização de uma dessas etapas.

Segundo Filippo Filho (2014), muitas vezes se escolhe a pintura para ser aplicada como proteção das peças metálicas, que pode ser efetuada em várias camadas. Após a limpeza superficial é aplicada uma camada específica para proteção contra corrosão.

Mas existem, além da pintura, outros processos para proteção superficial de peças sendo um deles a eletrodeposição (galvanoplastia). O processo galvânico consiste na agregação de uma fina camada metálica sobre uma superfície, metálica ou plástica, por meios químicos ou eletroquímicos, a partir de uma solução diluída do sal do metal correspondente, para fornecer um acabamento de estética ou promover a proteção da mesma (BERNARDES et al., 2000).

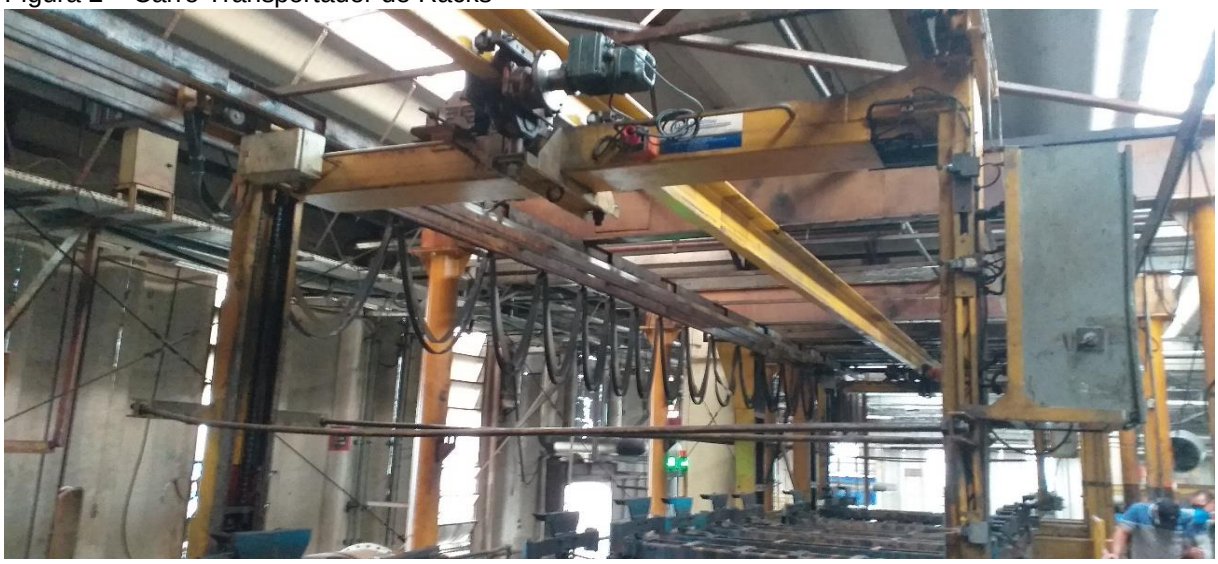
Na história temos que em 1838 a galvanoplastia foi inventada por Moritz Hermann Von Jacobi, na Rússia, ele depositava sobre moldes uma fina camada metálica usando eletrodeposição metálica (SILVA, 1998).

Na disciplina de Química Geral conheci os elementos, utilizados no processo galvânico, em Eletrônica e Eletricidade pude conhecer sobre o princípio de funcionamento dos retificadores utilizados para alimentar o processo da galvanoplastia.

2.1.2 Análise da falha

Foi solicitado pela gerência da Planta, uma análise sobre as falhas constantes que estavam acontecendo nos carros transportadores de racks da cromação de haste. A Figura 2 mostra um dos carros transportadores de racks da cromação.

Figura 2 – Carro Transportador de Racks



Fonte: Própria autoria (2022)

Os carros transportadores têm a função de movimentar os racks de hastes dos elevadores de cargas para os tanques de preparação e de cromo. Estes carros transportadores são compostos de elementos mecânicos, elétricos e de estruturas metálicas, que executam dois movimentos que são: o de translação, caracterizado como movimento horizontal, e o de elevação, caracterizado como movimento vertical.

O movimento de elevação é realizado por um moto-redutor de 3,0 cv de potência com freio, um conjunto de mancais, eixos, coroas, correntes e garras, com a função de elevar o rack. O movimento de translação é realizado por um moto-redutor com estator cônico de 3,0 cv de potência com freio, um trole e roldanas, com a função de transladar o carro. Foi nesse conjunto que se verificou a falha geradora das perdas na produção.

Segundo Sordi (2016), entende-se por perda, em uma produção, todo material ou produto consumido de forma não eficaz, até serviços que não tem uma necessidade específica.

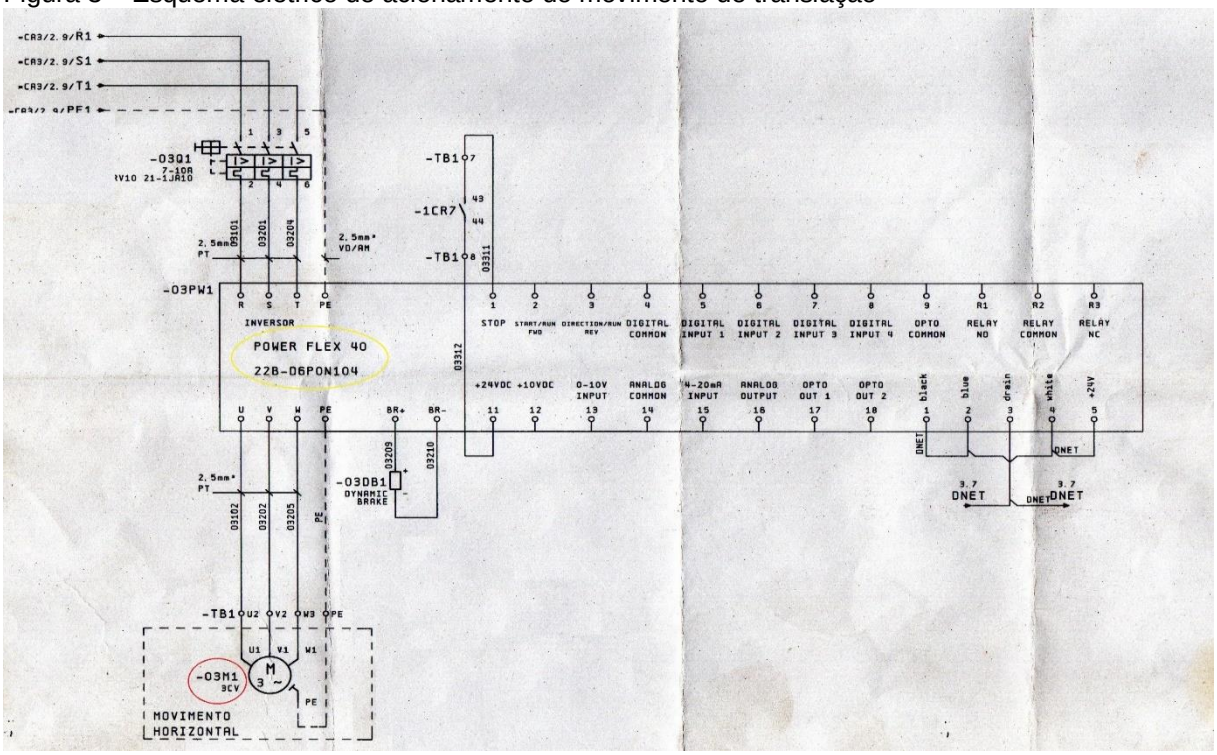
Sobre a movimentação de cargas, Passos (2011) nos fala que ela reúne as operações de descarga, elevação e transporte dos materiais, e pode ser executada tanto manualmente quanto mecânica.

Porém, de acordo com Rudenko (1976), os carros de elevação e transporte devem ser quase totalmente automatizados para conseguirem executar suas tarefas empregando um número reduzido de trabalhadores, tanto para operação, quanto para manutenção.

Nesta fase pude aplicar os conhecimentos adquiridos nas matérias: Elementos de Máquinas e Mecânica Aplicada, onde estudei os componentes mecânicos essenciais para a construção do carro e as grandezas físicas que atuam sobre os elementos mecânicos. Já em Eletrotécnica, aprendi sobre os componentes elétricos responsáveis pela automatização do carro.

A Figura 3 detalha como é a ligação elétrica do inversor do motor de translação dos carros.

Figura 3 – Esquema elétrico de acionamento do movimento de translação



Fonte: Própria autoria (2022)

A parte de comando elétrico do equipamento conta com um sofisticado sistema de posicionamento, que utiliza uma fita codificada, que informa a posição do carro em milímetros e também um CLP, que através de uma rede *DeviceNet,* interligada a rádios transmissores indústrias, comanda as rotinas dos três carros. As velocidades dos carros são controladas por inversores de frequência. Por meio do esquema elétrico mostrado na Figura 3 verifica-se que o acionamento do motor de translação é realizado por um inversor de frequência Power Flex 40 (em destaque amarelo) e que o motor utilizado é de 3 cv de potência (em destaque vermelho). Também podemos verificar que não existe comando para alimentação do freio motor, esta observação foi de suma importância para descobrir a causa da falha.

Outra informação importante coletada nesse momento, foi relativa às frequências de trabalho do conjunto de translação. Por meio do programa LADDER do CLP, foram encontradas três frequências distintas: 70,0 Hz, quando o carro está acima de 1300 mm de distância do alvo; 30,0 Hz, quando o carro está entre 550 mm e 1300 mm do alvo; e 6,0 Hz, quando o carro está abaixo de 550 mm do alvo.

Segundo Franchi (2008), um dos métodos mais eficientes de controle de velocidade de motores de indução trifásicos, considerando as perdas no dispositivo

de variação da velocidade, consiste na variação da frequência de alimentação do motor, por conversores de frequência a fim de executar o controle da variação de velocidade dos dispositivos mecânicos.

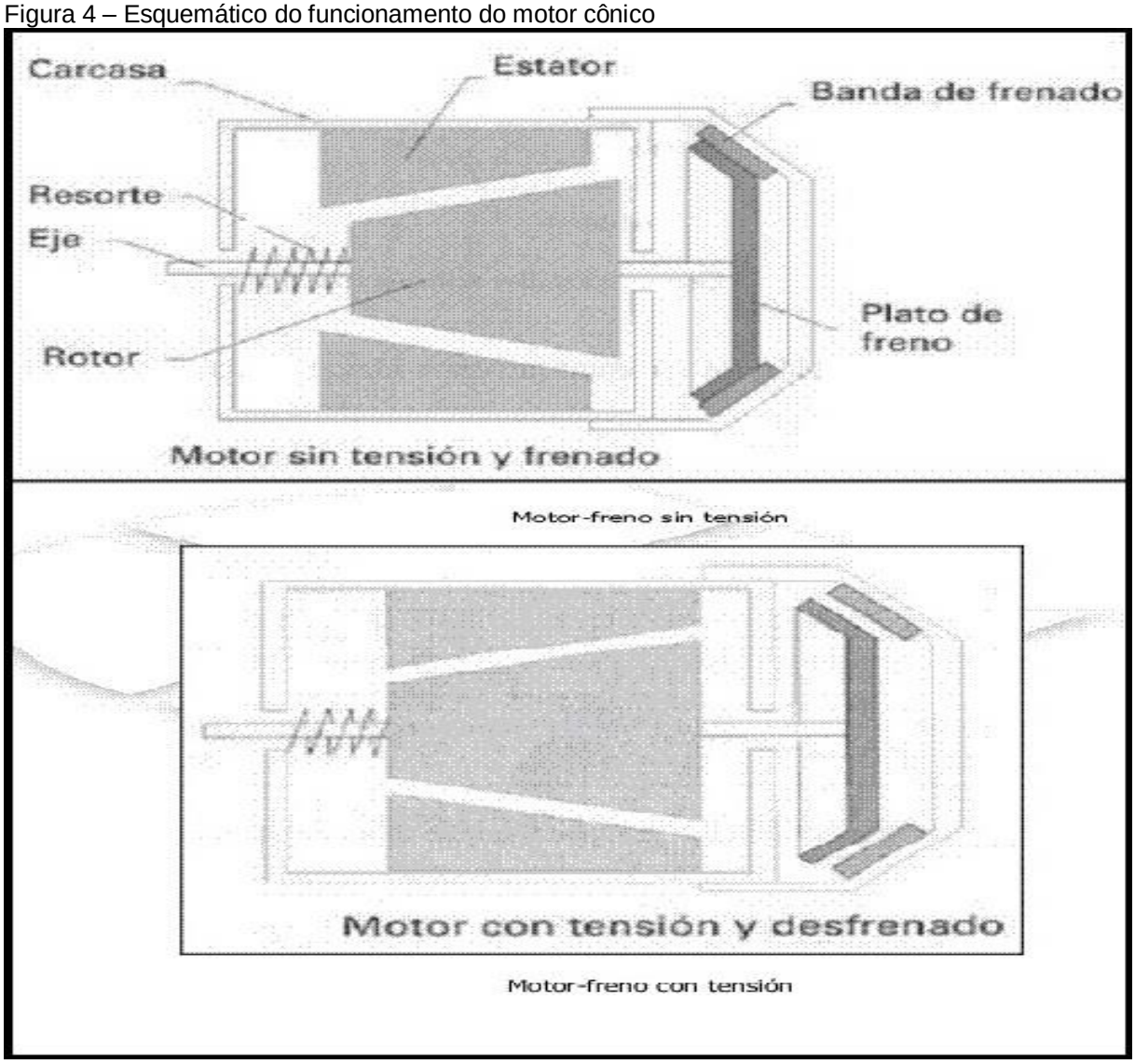
O inversor de frequência tem a função de manipular o torque, o sentido e a velocidade de um motor de indução CA. Ele funciona com uma alimentação fornecida pela rede e uma frequência fixa e na saída converte em uma tensão CA variável, o que também acontece com a frequência (PETRUZELLA, 2013).

O componente mais utilizado para a condução do sinal de comando elétrico é o fio de cobre, embora outras maneiras possam ser aplicadas, inclusive ondas de rádio. Com ela é possível conectar até 32 dispositivos em uma configuração, conhecida como mestre/escravo. O CLP, ou computador, é o mestre e os dispositivos são os escravos (FILIPPO FILHO, 2014).

Nesta fase pude aplicar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de: Eletrotécnica, onde obtive conhecimentos a respeito dos componentes de força e controle dos carros. Já nas disciplinas de Eletrônica Básica e Robótica, aprendi sobre o funcionamento dos drivers e dos controladores lógicos programáveis.

A Figura 4 mostra o esquema do motor cônico para análise do seu funcionamento.

Figura 4 – Esquemático do funcionamento do motor cônico



Fonte: VILLAJULCA (2012)

Para compreender melhor o que estava acontecendo, tivemos que entender o funcionamento do motor cônico com freio. Quando em repouso, o disco de freio e a cinta estão unidos em relação às suas faces, primeiro esquema da Figura 4, fazendo com que o motor fique freado. Ao aplicarmos a tensão máxima no motor, induz-se um campo magnético, que empurra o núcleo, conhecido como rotor, para contra a mola, que o mantém em repouso, afastando assim o disco de freio da cinta, segundo esquema da Figura 4, liberando o freio e fazendo o motor girar. De posse dessas informações podemos analisar o que estava acontecendo no carro, durante o funcionamento. Ao observar a frequência utilizada no carro, ao se aproximar do tanque alvo, foi notado que há uma redução drástica de 30,0 Hz para 6,0 Hz, isso se faz necessário para a parada precisa no tanque alvo, e como se sabe, quanto menor

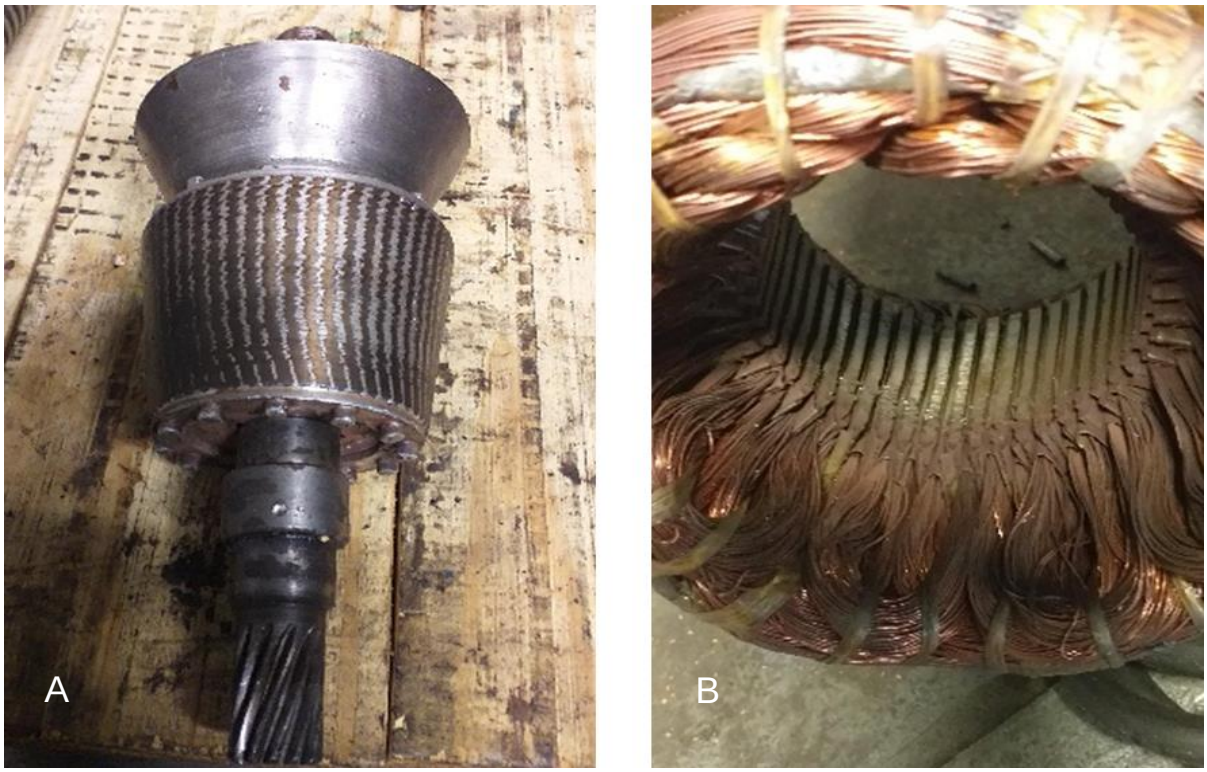
a velocidade, menor a tensão aplicada às bobinas o que reduz o torque empregado ao motor, com isso, menor força para empurrar o rotor e liberar o freio e, nesta condição, a falha acontecia, ou seja, o inversor estava atuado, gerando frequência para o motor, mas, o mesmo não conseguia realizar o trabalho, porque estava bloqueado pelo freio.

O princípio de frenagem diferenciado do motor cônico propícia a não existência de um comando, como bobinas separadas e fonte de CC para atuar os freios. Isso se deve à ligação física entre o rotor e o freio (DEMAG, 2022).

Esse assunto do moto-redutor cônico correlaciona com os conteúdos ministrados em: Elementos de Máquinas, onde percebi a função de cada elemento mecânico utilizado no motor, em Estática Aplicada às Máquinas, que calculamos as forças físicas atuantes nas junções mecânicas e em Eletrotécnica, quando aprendi sobre as forças magnéticas que atuam no campo girante do motor.

A Figura 5 reproduz o estado em que o motor ficava após algumas semanas de uso.

Figura 5 – Estator (A) e rotor (B) danificados



Fonte: Própria autoria (2022)

Como a falha era o bloqueio do freio devido à pressão da mola, e com o intuito de disponibilizar o equipamento para a produção, a manutenção mecânica realizava um ajuste na mola que tensiona o disco de freio na cinta, diminuindo o torque necessário para desbloquear o conjunto do freio, mas com isso também diminuía a distância entre o rotor e o estator, quando o motor, estava em regime pleno de funcionamento, e como esse motor tem uma característica diferente dos demais, de não possuir rolamento na sua parte traseira, qualquer desalinhamento se caracterizava em atrito, danificando gradualmente, as duas peças. Podemos observar na Figura 5, que tanto o rotor, quanto o estator, sofreram avarias severas em suas ranhuras, onde essas deformações geram mau funcionamento do conjunto, que necessita ser substituído por outro, acarretando parada do equipamento e consequentemente, perda de produção e gasto com a compra de um novo conjunto.

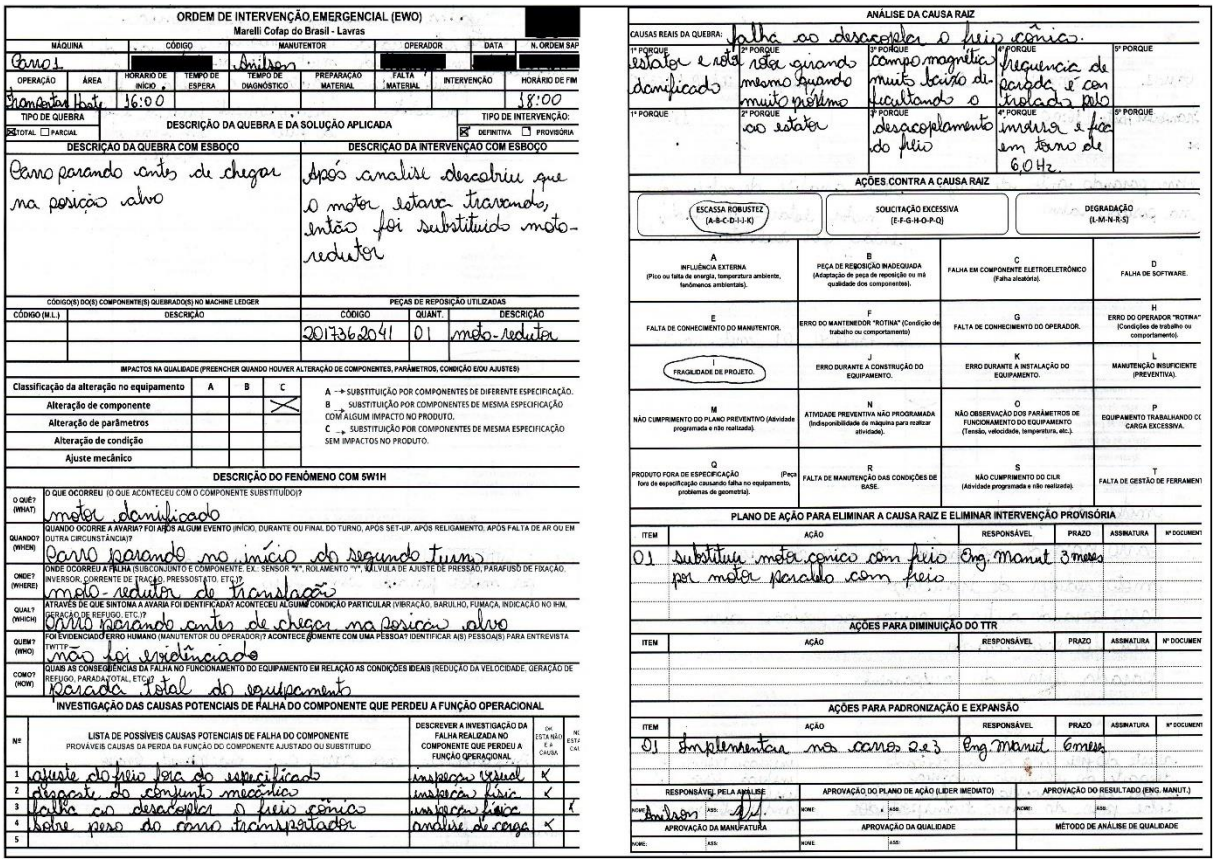
O rotor desalinhado faz com que, em determinado momento, este fique muito perto do estator, criando pontos de mínimo entreferro, que gira com o rotor na velocidade de rotação, causando variações no entreferro. Com isso, toda a dinâmica do circuito magnético se modifica (FINLEY et al., 2000).

De acordo com Franchi (2008), os motores assíncronos trifásicos são os mais comumente usados devido seu baixo custo, robustez e facilidade para variação do sentido de rotação.

Os motores mais usados, são aqueles que possuem uma configuração conhecida como gaiola de esquilo, e seu nome se dá devido à gaiola de alumínio ou de cobre que fica no centro do rotor de ferro laminado. A corrente no rotor é puramente induzida pelo campo magnético rotativo do estator sem que haja contato elétrico com o estator (PETRUZELLA, 2013). Esse assunto correlaciona com os conteúdos ministrados em: Elementos de Máquinas, onde observei a função de cada elemento mecânico utilizado no motor, em Estática Aplicada às Máquinas, onde calculamos as forças físicas atuantes nas junções mecânicas e em Eletrotécnica, aprendi sobre as forças magnéticas que atuam no campo girante do motor.

Com os estudos feitos até esse momento, foi possível realizar uma EWO, que é a sigla em inglês para *Emergency Work Order*, significando Ordem de Serviço Emergencial, e nada mais é do que um, documento onde se realiza a análise de falhas. A Figura 6 mostra a EWO realizada para encontrar a causa raiz.

Figura 6 – EWO (Ordem de Serviço Emergencial)



ORDEM DE INTERVENÇÃO EMERGENCIAL (EWO)
Marelli Cofap do Brasil - Lavras

MÁQUINA	CÓDIGO	MANUTENTOR	OPERADOR	DATA	N. ORDEM SAP
Carro 1	[redacted]	Anilson	[redacted]		[redacted]

OPERAÇÃO	ÁREA	HORÁRIO DE INÍCIO	TEMPO DE ESPERA	TEMPO DE DIAGNÓSTICO	PREPARAÇÃO MATERIAL	FALTA MATERIAL	INTERVENÇÃO	HORÁRIO DE FIM
Transbordo Hoxt		16:00						18:00

TIPO DE QUEBRA: ☒ TOTAL ☐ PARCIAL
DESCRIÇÃO DA QUEBRA E DA SOLUÇÃO APLICADA
TIPO DE INTERVENÇÃO: ☒ DEFINITIVA ☐ PROVISÓRIA

DESCRIÇÃO DA QUEBRA COM ESBOÇO
Carro parando antes de chegar na posição alvo

DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO COM ESBOÇO
Após analise descobriu que o motor estava travando, então foi substituido moto-redutor

CÓDIGO(S) DO(S) COMPONENTE(S) QUEBRADO(S) NO MACHINE LEDGER

CÓDIGO (M.L.)	DESCRIÇÃO

PEÇAS DE REPOSIÇÃO UTILIZADAS

CÓDIGO	QUANT.	DESCRIÇÃO
20173620 41	01	moto-redutor

IMPACTOS NA QUALIDADE (PREENCHER QUANDO HOUVER ALTERAÇÃO DE COMPONENTES, PARÂMETROS, CONDIÇÃO E/OU AJUSTES)

Classificação da alteração no equipamento	A	B	C
Alteração de componente			X
Alteração de parâmetros			
Alteração de condição			
Ajuste mecânico			

A → SUBSTITUIÇÃO POR COMPONENTES DE DIFERENTE ESPECIFICAÇÃO.
B → SUBSTITUIÇÃO POR COMPONENTES DE MESMA ESPECIFICAÇÃO COM ALGUM IMPACTO NO PRODUTO.
C → SUBSTITUIÇÃO POR COMPONENTES DE MESMA ESPECIFICAÇÃO SEM IMPACTOS NO PRODUTO.

DESCRIÇÃO DO FENÔMENO COM 5W1H

O QUÊ? (WHAT)	O QUE OCORREU (O QUE ACONTECEU COM O COMPONENTE SUBSTITUÍDO)? motor danificado
QUANDO? (WHEN)	QUANDO OCORRE A AVARIA? FOI APÓS ALGUM EVENTO (INÍCIO, DURANTE OU FINAL DO TURNO, APÓS SET-UP, APÓS RELIGAMENTO, APÓS FALTA DE AR OU EM OUTRA CIRCUNSTÂNCIA)? Carro parando no início do segundo turno
ONDE? (WHERE)	ONDE OCORREU A FALHA (SUBCONJUNTO E COMPONENTE. EX.: SENSOR "X", ROLAMENTO "Y", VÁLVULA DE AJUSTE DE PRESSÃO, PARAFUSO DE FIXAÇÃO, INVERSOR, CORRENTE DE TRAÇÃO, PRESSOSTATO, ETC.)? moto-redutor de translação
QUAL? (WHICH)	ATRAVÉS DE QUE SINTOMA A AVARIA FOI IDENTIFICADA? ACONTECEU ALGUMA CONDIÇÃO PARTICULAR (VIBRAÇÃO, BARULHO, FUMAÇA, INDICAÇÃO NO IHM, OPERAÇÃO DE REFUGO, ETC.)? Carro parando antes de chegar na posição alvo
QUEM? (WHO)	FOI EVIDENCIADO ERRO HUMANO (MANUTENTOR OU OPERADOR)? ACONTECEU SOMENTE COM UMA PESSOA? IDENTIFICAR A(S) PESSOA(S) PARA ENTREVISTA TWTTP? não foi evidenciado
COMO? (HOW)	QUAIS AS CONSEQUÊNCIAS DA FALHA NO FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO EM RELAÇÃO AS CONDIÇÕES IDEAIS (REDUÇÃO DA VELOCIDADE, OPERAÇÃO DE REFUGO, PARADA TOTAL, ETC.)? Parada total do equipamento

INVESTIGAÇÃO DAS CAUSAS POTENCIAIS DE FALHA DO COMPONENTE QUE PERDEU A FUNÇÃO OPERACIONAL

Nº	LISTA DE POSSÍVEIS CAUSAS POTENCIAIS DE FALHA DO COMPONENTE PROVÁVEIS CAUSAS DA PERDA DA FUNÇÃO DO COMPONENTE AJUSTADO OU SUBSTITUÍDO	DESCREVER A INVESTIGAÇÃO DA FALHA REALIZADA NO COMPONENTE QUE PERDEU A FUNÇÃO OPERACIONAL	OK ESTA NÃO É A CAUSA	Nº ESTA CAU
1	ajuste do freio fora do especificado	inspeção visual	X	
2	desgaste do conjunto mecânico	inspeção física	X	
3	falha ao desacoplar o freio cônico	inspeção física		X
4	Sobre peso do carro transportador	analise de carga	X	
5				

ANÁLISE DA CAUSA RAIZ

CAUSAS REAIS DA QUEBRA: falha ao desacoplar o freio cônico.

1º PORQUE	2º PORQUE	3º PORQUE	4º PORQUE	5º PORQUE
estator e rotor danificado	rotor girando mesmo quando muito próximo	campo magnetico muito baixo dificultando o	frequencia de parada é controlada pelo	
1º PORQUE	2º PORQUE	3º PORQUE	4º PORQUE	5º PORQUE
	ao estator	desacoplamento do freio	inversor é fixo em torno de 60 Hz.	

AÇÕES CONTRA A CAUSA RAIZ

ESCASSA ROBUSTEZ (A-B-C-D-I-J-K)	SOLICITAÇÃO EXCESSIVA (E-F-G-H-O-P-Q)	DEGRADAÇÃO (L-M-N-R-S)

A INFLUÊNCIA EXTERNA (Pico ou falta de energia, temperatura ambiente, fenômenos ambientais).	B PEÇA DE REPOSIÇÃO INADEQUADA (Adaptação de peça de reposição ou má qualidade dos componentes).	C FALHA EM COMPONENTE ELETROELETRÔNICO (Falha aleatória).	D FALHA DE SOFTWARE.
E FALTA DE CONHECIMENTO DO MANUTENTOR.	F ERRO DO MANTENEDOR "ROTINA" (Condição de trabalho ou comportamento)	G FALTA DE CONHECIMENTO DO OPERADOR.	H ERRO DO OPERADOR "ROTINA" (Condições de trabalho ou comportamento).
FRAGILIDADE DE PROJETO.	J ERRO DURANTE A CONSTRUÇÃO DO EQUIPAMENTO.	K ERRO DURANTE A INSTALAÇÃO DO EQUIPAMENTO.	L MANUTENÇÃO INSUFICIENTE (PREVENTIVA).
M NÃO CUMPRIMENTO DO PLANO PREVENTIVO (Atividade programada e não realizada).	N ATIVIDADE PREVENTIVA NÃO PROGRAMADA (Indisponibilidade da máquina para realizar atividade).	O NÃO OBSERVAÇÃO DOS PARÂMETROS DE FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO (Tensão, velocidade, temperatura, etc.).	P EQUIPAMENTO TRABALHANDO C/ CARGA EXCESSIVA.
Q PRODUTO FORA DE ESPECIFICAÇÃO (Peça fora de especificação causando falha no equipamento, problemas de geometria).	R FALTA DE MANUTENÇÃO DAS CONDIÇÕES DE BASE.	S NÃO CUMPRIMENTO DO CILR (Atividade programada e não realizada).	T FALTA DE GESTÃO DE FERRAMENT

PLANO DE AÇÃO PARA ELIMINAR A CAUSA RAIZ E ELIMINAR INTERVENÇÃO PROVISÓRIA

ITEM	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO	ASSINATURA	Nº DOCUMENT
01	Substituir motor cônico com freio por motor paralelo com freio	Eng. Manut	3 meses		

AÇÕES PARA DIMINUIÇÃO DO TTR

ITEM	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO	ASSINATURA	Nº DOCUMEN

AÇÕES PARA PADRONIZAÇÃO E EXPANSÃO

ITEM	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO	ASSINATURA	Nº DOCUMENT
01	Implementar nos carros 2 e 3	Eng. Manut	6 meses		

RESPONSÁVEL PELA ANÁLISE	APROVAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO (LÍDER IMEDIATO)	APROVAÇÃO DO RESULTADO (ENG. MANUT.)
NOME: Anilson ASS:	NOME: ASS:	NOME: ASS:
APROVAÇÃO DA MANUFATURA	APROVAÇÃO DA QUALIDADE	MÉTODO DE ANÁLISE DE QUALIDADE
NOME: ASS:	NOME: ASS:	

Fonte: Própria autoria (2022)

Como podemos verificar na Figura 6, a EWO contempla algumas ferramentas importantes como: o 5W1H, os cinco porquês, ações contra a causa raiz, os planos de ação para eliminar as causas, ações para diminuir o TTR (tempo de reparo) e ações para padronização e expansão. Após a realização da análise, foi encontrado, como causa raiz, a baixa frequência de aproximação do carro, em relação ao tanque alvo, devido ao bloqueio do freio do motor cônico. Com isso, foi indicado, como plano de ação, a troca do motor cônico com freio integrado, por um motor normal com freio independente, para resolver a causa raiz.

De acordo com Branco filho (2008) análise de falhas é uma busca ordenada e lógica que tenta ponderar a probabilidade de causa ou resultado de uma falha.

O plano de ação 5W1H permite analisar todos os trabalhos a serem realizados ou escolhidos de forma cautelosa e direta, garantindo sua solução de forma ordenada (LENZI; KIESEL; ZUCCO, 2010).

Segundo Guelbert (2012), o plano de ação é uma ferramenta simples, porém, importante para ajudar a ordenação de todas as atividades, prazos e todos outros documentos necessários para alcançar as metas.

Em Manutenção Industrial estudei os princípios de análise de falhas e como tratar esses dados, já nas disciplinas de Gestão de Projetos e Automação Industrial consegui entender a importância de fazer essa análise, independente da fase em que a máquina ou equipamento se encontra, pois, assim, é possível modificar ou melhorar o ativo em questão aumentando seu desempenho.

2.1.3 Estudando ações para eliminar a causa raiz

Como o problema era o uso do inversor de frequência, juntamente do motor cônico e, o uso deste ser essencialmente necessário para o funcionamento do carro transportador de racks, chegou-se à conclusão que, o melhor a se fazer, era, trocar o motor cônico por um motor normal, com freio independente. Após algumas análises e testes, notamos ser possível aproveitar o redutor do conjunto existente, para diminuir custos com a melhoria, então tivemos a ideia de projetar um flange, em aço carbono 1020, para servir de adaptação entre o motor novo e o redutor. A Figura 7 mostra o moto-redutor cônico com freio integrado onde será feita a adaptação.

Figura 7 – Moto-redutor cônico com freio integrado.

Fonte: Própria autoria (2022)

Na Figura 7, vemos como é composto o conjunto do moto-redutor cônico com freio integrado. Na parte posterior está o motor cônico, o qual tem a função de transformar a energia elétrica, em energia mecânica, proporcionando a rotação do eixo. Na parte da frente, temos o redutor, com a função de amplificar o torque gerado pelo motor e é, esta parte, que iremos aproveitar no projeto.

O moto-redutor tem a função de diminuir a velocidade de um acionador, elevando consideravelmente o torque (Nm). Esse equipamento consegue realizar isso, devido a sua construção, que permite uma relação entre força e velocidade. Com isso ele consegue amplificar a força do motor. Assim, mesmo em baixas velocidades produzidas pelo motor, ele alcança uma alta força no eixo de saída (CRAVO, 2022).

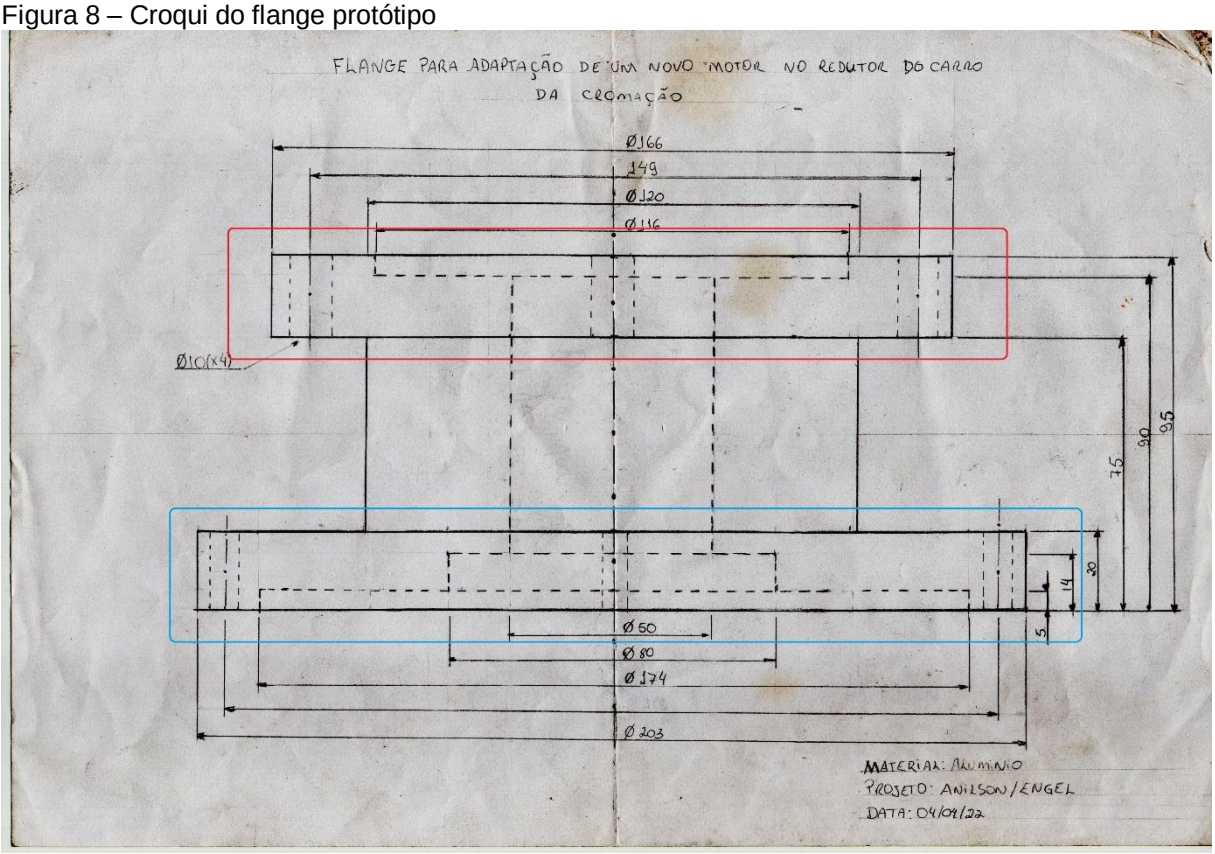
E complementando, segundo Gerson (2011), um redutor de velocidades pode ser descrito como um mecanismo mecânico com a função de reduzir a velocidade (rotação) de um conjunto.

Os elementos principais de um redutor de velocidade são: engrenagens, eixos de entrada e saída, rolamentos e carcaça (TELMAC, 2015).

Esse assunto correlaciona com os conteúdos ministrados em: Elementos de Máquinas, onde conheci a função de cada elemento mecânico utilizado no motor, em Estática Aplicada às Máquinas, calculamos as forças físicas atuantes nas junções mecânicas e em Eletrotécnica, aprendi sobre as forças magnéticas que atuam no campo girante do motor.

A Figura 8 ilustra o croqui do flange piloto que foi utilizado para confecção da primeira peça.

Figura 8 – Croqui do flange protótipo



Fonte: Própria autoria (2022)

O esboço foi realizado com as medidas retiradas do motor novo e as do redutor existente, no flange superior do croqui (destacado em vermelho), é onde serão acoplados o motor e o flange inferior (destacado em azul) receberá o redutor, o motor que escolhemos para fazer essa adaptação é menor fisicamente que o anterior e é também de potência inferior. O motivo desta redução foi a disponibilidade das peças em estoque no momento em que realizamos o piloto.

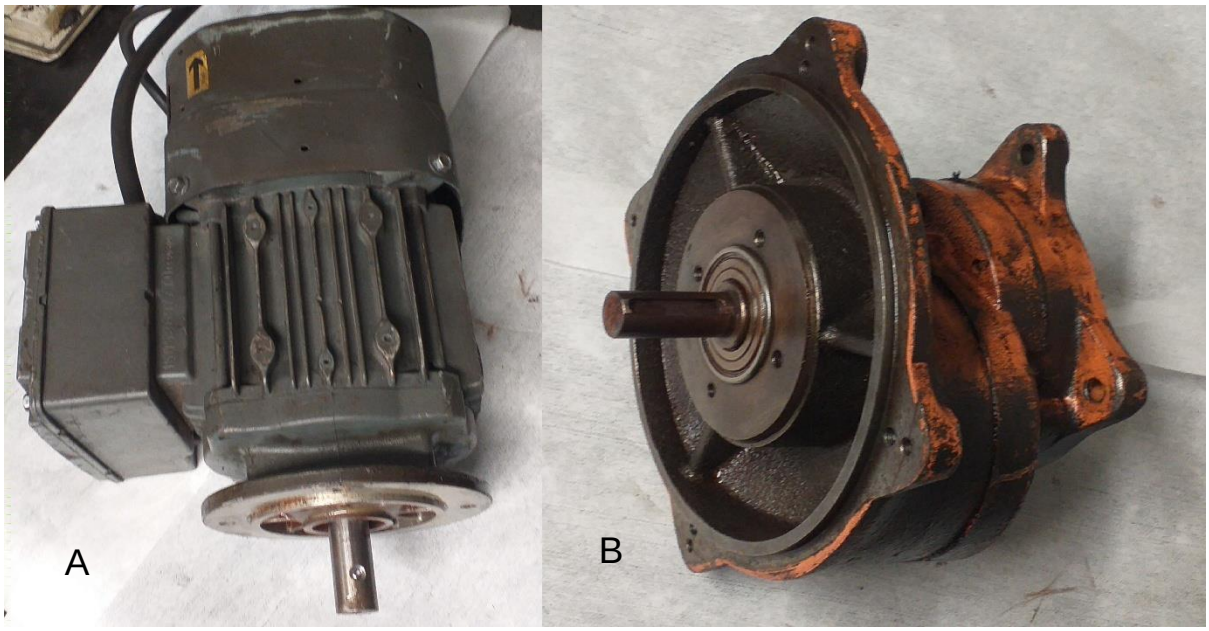
De acordo com Gilson (2016), o esboço envolve o início de um projeto, é o começo de todo estudo, mas ainda cabe melhorias.

Lembrando, que o piloto foi montado em um carro reserva, e foi realizado como teste, para o projeto final.

Nesta fase pude aplicar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de: Elementos de Máquinas, que me ajudou a escolher a melhor forma de acoplamento, fixadores e também o material que utilizamos. Já as disciplinas de Metrologia e Desenho Técnico Mecânico, me fundamentaram para realização das medições e a feitura do croqui.

A Figura 9 nos mostra o motor piloto e o redutor, que foram utilizados para realizar a adaptação.

Figura 9 – Motor piloto(A) e Redutor (B).



Fonte: Própria autoria (2022)

Ainda, na Figura 9, vemos o motor (A) e o redutor (B) do projeto piloto, como já foi dito. O motor usado para esse teste é de menor tamanho e potência. O original da máquina, era um motor de 3,0 hp, já no piloto, foi utilizado um motor de 1,0 hp. Após alguns experimentos, descobrimos que um motor de 1,5 hp era o suficiente para movimentar o carro transportador de racks devido, à redução utilizada, mas como não tínhamos em estoque, utilizamos o de 1,0 hp.

Um motor elétrico, transforma energia elétrica em mecânica utilizando para isso o magnetismo. A unidade de medida da potência mecânica dos motores é dada em watts (W) ou hp: 1 hp é aproximadamente 746 W. Duas condições importantes que influenciam a potência de saída são a velocidade e o torque (PETRUZELLA, 2013).

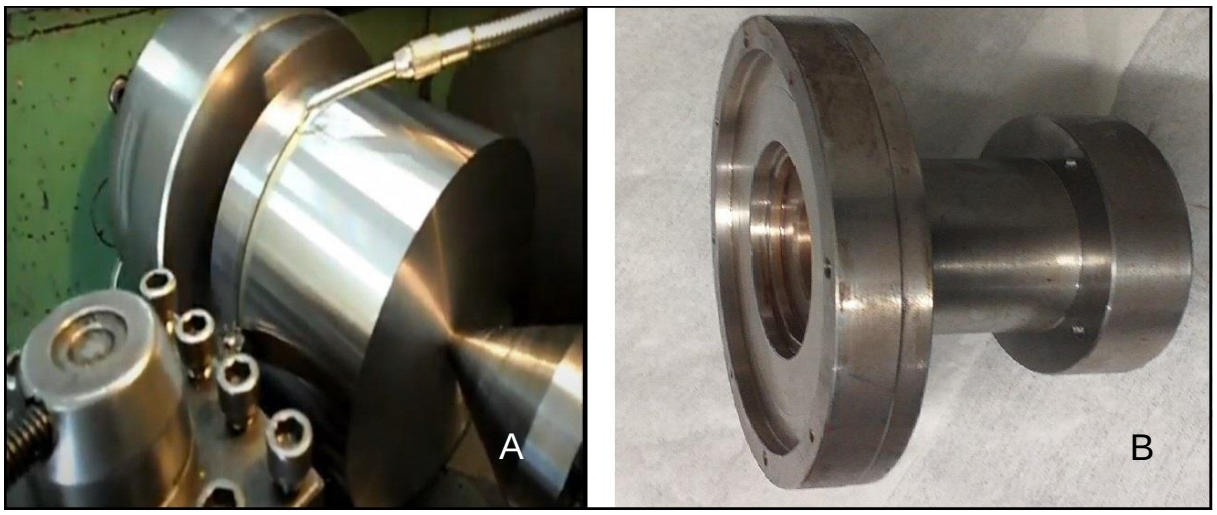
De acordo com Budynas (2016), quando necessitamos de uma potência maior, a uma velocidade inferior àquela fornecida pelo motor, é utilizado um redutor de velocidade. Esse conjunto deve realizar esse aumento de potência e a redução da velocidade com a menor perda de energia possível, ao mesmo tempo, em que reduz a velocidade e, consequentemente, aumenta o torque.

Para Andrade (2013), um conjunto redutor consiste em grupos de eixos com engrenagens cilíndricas de dentes retos, helicoidais, cônicas ou somente uma coroa com parafuso “sem fim”, cuja função é variar a velocidade de rotação do sistema de movimentação de uma máquina.

Nesta fase pude aplicar os conhecimentos adquiridos nas matérias: Mecânica Aplicada e Estática Aplicada às Máquinas, que me auxiliaram na realização dos cálculos de esforços sobre as junções, e Eletrotécnica, que nesse ponto utilizei para calcular a potência necessária para tracionar o conjunto.

Na Figura 10, temos a sequência de produção do flange piloto.

Figura 10 – Etapas de Fabricação do flange piloto.



Fonte: Própria autoria (2022)

Com o croqui em mãos, foi encaminhado, para a ferramentaria da empresa, confeccionar uma peça piloto no torno mecânico. A peça foi produzida em aço carbono 1020. A Figura 10 nos mostra as etapas de fabricação do flange, onde a figura A é o começo da fabricação e a figura B, a peça concluída.

Desde o início dos tempos, a usinagem acompanha nossa civilização. Usinagem significa modelar os materiais por meio da remoção de cavaco (VALIM, 2018).

Chiaverini (2005), define aço como uma liga ferro-carbono composta de 0,008% a 2,11% de teor carbono, além de outros elementos residuais. O limite inferior (na cementita), 0,008% corresponde à capacidade máxima de solubilidade do carbono no ferro à temperatura ambiente e o limite superior (na austenita), 2,11% corresponde ao valor máximo possível de carbono que se dissolve no ferro a 1148°C.

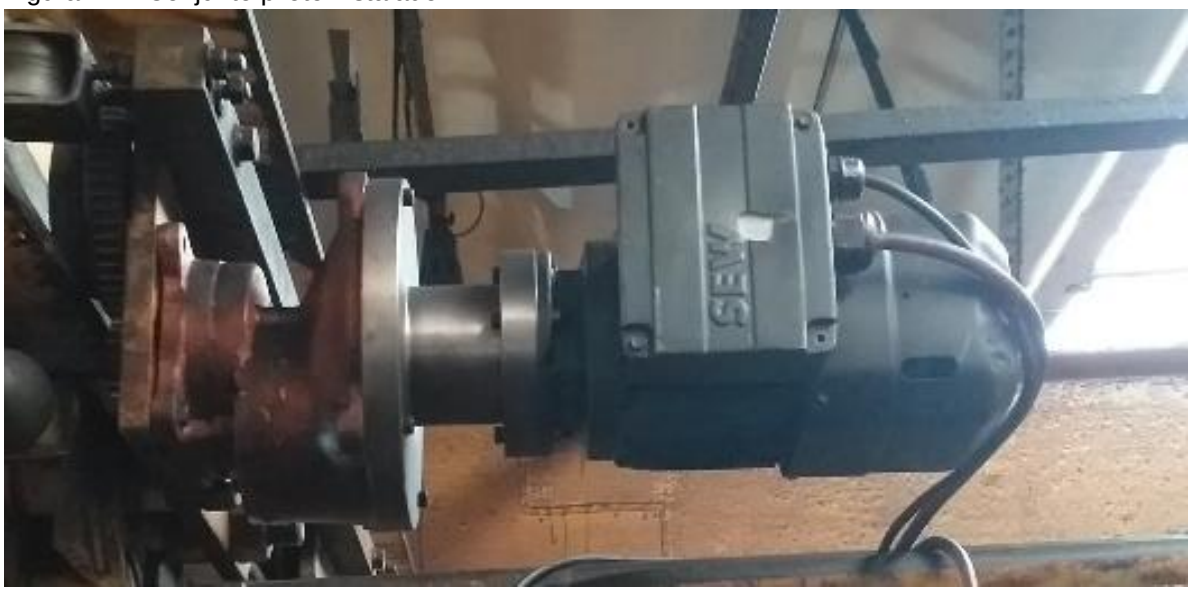
Segundo Almeida (2015), o torno mecânico universal horizontal é um dos equipamentos mais utilizados na indústria mecânica. É também uma das mais antigas e a que oferece maior variedade de modelos para atender os diversos processos de produção seriada ou áreas, como ferramentaria, e manutenção para usinagem de peças de reposição.

Com o flange pronto, Figura 10 (direita), fizemos a instalação do mesmo no motor piloto e em seguida colocamos o conjunto no carro transportador de racks reserva para realizarmos um teste, o que foi um sucesso, onde obtivemos uma resposta ótima em relação às baixas frequências, ganhamos torque, mesmo em baixa velocidade. Isso foi possível por agora termos um motor normal e freio independente, o que nos deu a possibilidade de usar a tensão do inversor de frequência para girar somente o rotor, sem se preocupar em ter que vencer a força da mola, como no antigo motor.

Nas disciplinas de Engenharia dos Materiais e em Laboratório de Processos Mecânicos, pude conhecer as características dos metais e, com essas informações, escolhi, nas opções disponíveis, o melhor material a ser utilizado para confecção do flange, já na disciplina de Processo de Fabricação 1 e 2, recebi as informações necessárias para realizar as sequências corretas para a execução do projeto.

Na Figura 11 podemos observar o conjunto piloto adaptado no trole do carro transportador de racks reserva.

Figura 11 – Conjunto piloto instalado.



Fonte: Própria autoria (2022)

A Figura 11 mostra uma melhoria que é um exemplo de um projeto bem elaborado, respeitando uma ordem correta de procedimentos, a fim de resolver um problema crônico de perda de produção em um equipamento.

Conforme Vargas (2005), o projeto é uma ação não circular, marcado por uma rotina clara e lógica de fatos, com início, meio e fim, que se destina a atingir uma meta clara e definida, coordenadas por pessoas dentro de valores pré-estipulados de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

O termo falha é usado para encontrar algumas situações, em que o item não oferece o desempenho previsto e pode acarretar: parada na produção, andamento incerto da operação, queda no percentual de produção, perda da qualidade do produto ou perda da função de comando, ou proteção (KARDEC et al., 2009).

Em falhas que são necessárias alterações para solucionar problemas de projeto, ou seja, que não puderem ser corrigidas com a execução de manutenção corretiva ou preventiva, ou por meio da revisão e elaboração de planos de manutenção, o perfil de perdas fornece dados para quantificar as perdas e permite a priorização de ações sobre os ativos e a solução dos modos de falha (VILAÇA, 2014).

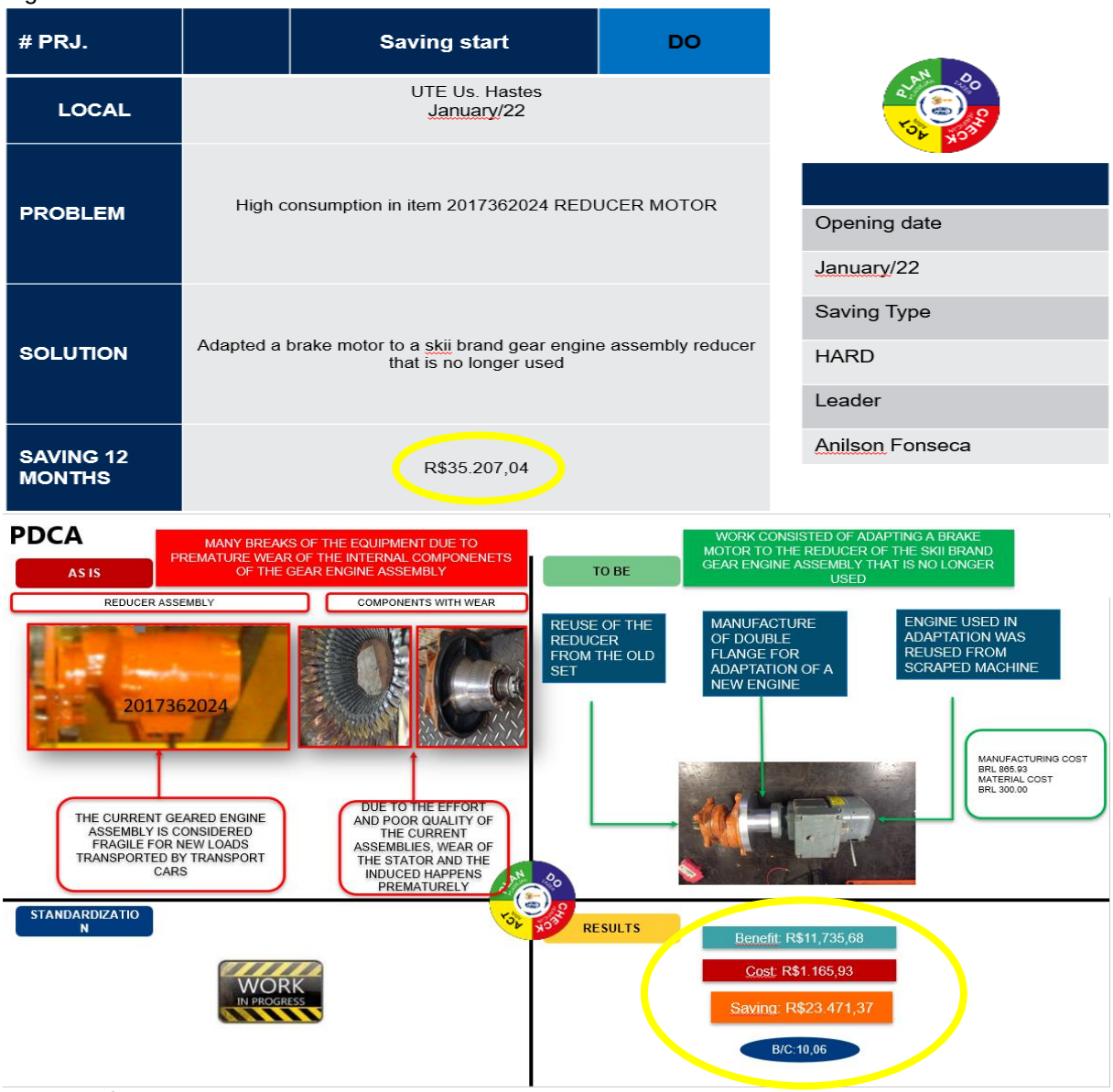
Foi possível notar que, quando se utiliza as ferramentas administrativas de forma coerente, o resultado é facilmente alcançado, os passos seguintes serão tratados nos próximos tópicos, como, por exemplo, a confecção do Kaizen, que serviu de embasamento técnico/econômico para aprovação do projeto e a instalação dos conjuntos adaptados nos carros do processo.

Utilizei o conteúdo que foi abordado nas disciplinas de Manutenção Industrial, Mecânica Aplicada e Organização Industrial para discorrer sobre a forma correta de realizar um projeto respeitado, uma sequência racional e bem planejada para alcançar a meta definida.

2.1.4 Kaizen.

Em paralelo com as atividades da adaptação foi solicitado a abertura de um formulário Kaizen para fundamentar a execução do projeto.

Figura 12 – Kaizen.



Fonte: Própria autoria (2022)

O Kaizen é um modelo baseado em um sistema simples para resoluções de problemas em qualquer processo. A metodologia Kaizen, não está ligada à ideia de sofisticação, mas sim, a ideias comuns de fácil aplicação e de custos reduzidos, que fazem uma grande diferença. Como podemos observar na Figura 12, para implementar o projeto, investimos R$ 1.165,93 com material e mão de obra e conseguimos um benefício de R$ 11.735,68, gerando um B/C de 10,06.

Imai (2014), diz que a essência do Kaizen é simples e direta: o Kaizen significa melhoramento. E ele ainda diz que, Kaizen significa melhoramento contínuo, envolvendo todos em uma planta, sem exceções. A filosofia do kaizen diz

que o nosso jeito de viver, tanto no trabalho, quanto na sociedade ou em casa, necessita ser sempre melhorado.

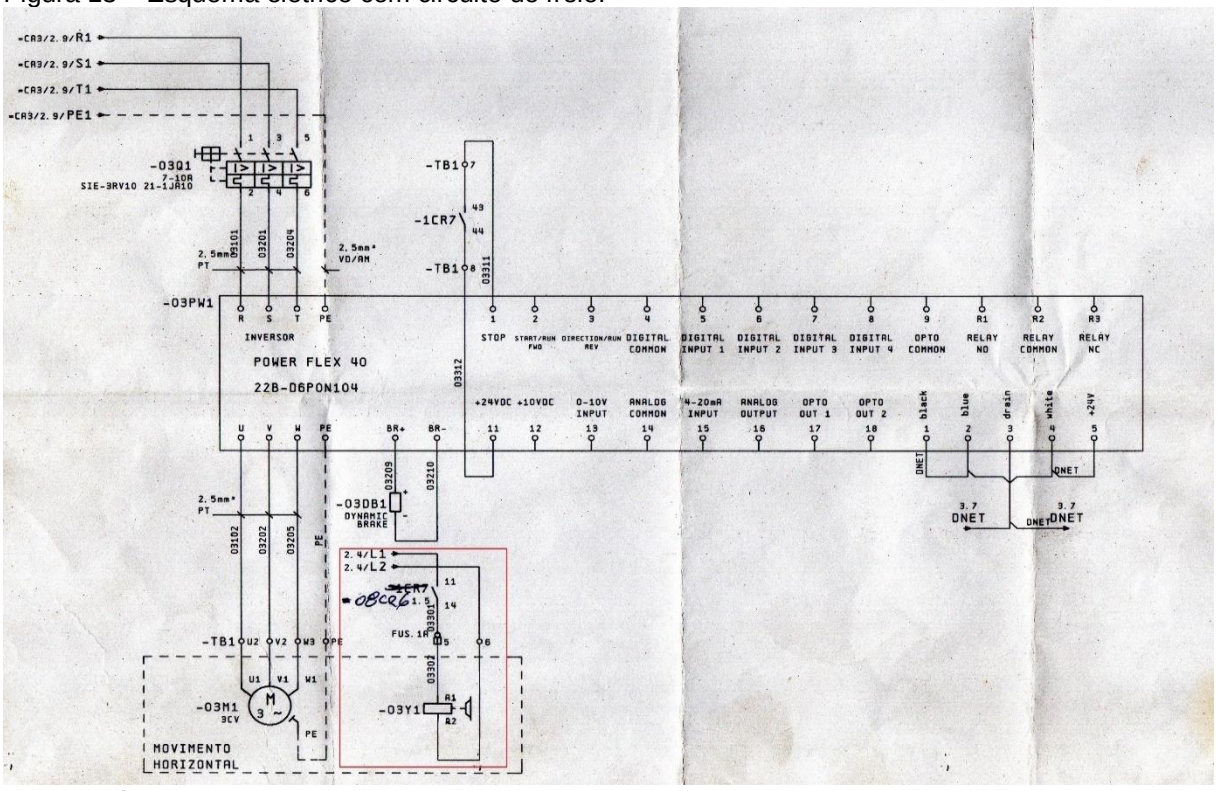
Outra poderosa ferramenta de melhoria, que pode ser usada em conjunto com o Kaizen é o trabalho padronizado. Resumidamente é um conjunto consensual de procedimentos de trabalho que estabelece os métodos mais eficientes, confiáveis e seguros, assim como as sequências para cada processo e cada trabalhador (ORTIZ, 2010).

Este conteúdo foi ministrado na disciplina de Manutenção Industrial e em Estágio Supervisionado 2, onde descobri a importância da melhoria contínua nos processos e o que isso implica no desenvolvimento econômico e humano de uma empresa.

2.1.5 Instalação da adaptação no equipamento.

Após aprovada a verba, pela diretoria, foi feita a compra das peças necessárias para realizar a adaptação. O valor total ficou em R$1.165,93. Foi promovido uma adaptação no esquema elétrico do equipamento e implementado o circuito para comando do freio, que se tornou independente (Figura 13).

Figura 13 – Esquema elétrico com circuito do freio.



Fonte: Própria autoria (2022)

Essa modificação (em destaque na Figura 13), foi necessária devido à ausência de freio independente no conjunto anterior, que era o motivo das falhas. Além da ligação da bobina de freio, foi também reativado o contator que comanda o sistema de bloqueio do motor. Esse dispositivo já fazia parte do circuito elétrico estava como "*stand by*".

Segundo Petruzella (2013) os moto-freios CA são utilizados como freios de travamento para estancar a carga posicionada. Estes freios eletromagnéticos estão acoplados diretamente a um motor, quando a fonte de alimentação é retirada, o motor para e estabiliza a carga.

O freio é composto por uma bobina que opera como um eletroímã cuja alimentação é fornecida por uma ponte retificadora transformando em corrente contínua, a corrente alternada fornecida pela própria alimentação do motor (FRANCHI, 2008).

As disciplinas de Eletrotécnica, Automação Industrial e Eletrônica, serviram de fundamentos para a escolha correta do acionador do freio motor e dos componentes elétricos de comando, força e controle.

Para esse projeto, além do flange adaptador foram também, projetado mais duas peças, um acoplamento, para ligar os eixos do motor com o do redutor e uma tampa, para fixar o rolamento na carcaça do redutor. No conjunto redutor tivemos que fazer duas modificações, uma foi a usinagem da ponta do eixo para atingir o diâmetro e comprimento, necessários para se ajustar ao eixo do motor e a outra foi um rebaixo na tampa, para alojar um rolamento, 6205, responsável por manter a estabilidade e alinhamento do eixo durante o trabalho.

A figura 14 nos mostra todo conjunto montado e instalado no equipamento.

Figura 14 – Conjunto montado e instalado no equipamento.

Fonte: Própria autoria (2022)

Em um final de semana, foi mobilizada uma equipe multidisciplinar para realizar a instalação do conjunto no equipamento, onde foi escolhido o carro transportador de racks 1, por que era o que apresentou maior perda de produção. Primeiramente foi fixado o redutor no trole, e logo após, colocado o eixo sextavado para unir as duas roldanas do conjunto do trole. Como o redutor não foi modificado, essa parte não gerou nenhuma dificuldade. Em seguida foi realizada a adaptação da parte elétrica, onde foi feito o fechamento do motor, inseridos os cabos para alimentação do mesmo e do freio e em seguida feito a ligação dos dois conjuntos.

Segundo Cunha (2001), equipes multidisciplinares são compostas por profissionais tais como (pessoal da assistência técnica, engenheiros de produto, engenheiros de processo, processistas, vendas e marketing, projetistas) e por administradores e gerentes.

Segundo o Guia PMBOK® (2004), concluir um projeto ou uma fase é o procedimento de encerramento de todas as tarefas, incluindo todos os setores participantes do projeto, para finalizar formalmente o projeto ou a fase.

De acordo com Heldman (2006), projetos serão encerrados quando se atingem as metas ou quando o projeto não é mais lucrativo. Complementa-se ainda que, um projeto para obter sucesso, deve superar as expectativas do cliente e até mesmo dos demais *stakeholders*.

Nesta fase do projeto utilizei os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de: Manutenção Industrial e Organização industrial, que me orientou para a prática correta da realização dos projetos e manutenção do sincronismo com os prazos de cada etapa para um perfeito trabalho.

2.2 Desenvolvimento do aluno Juliano Lima Assis

Eu, Juliano Lima Assis, desde cedo apresentei interesse na busca de soluções de problemas. Meu principal motivador, foi uma sociedade cada vez mais evoluída, onde algo novo é desenvolvido diariamente. No momento em que acompanhei um foguete pousando automaticamente em um local que lhe foi estipulado, após deixar sua carga em uma órbita, percebi que esse caminho eu gostaria de trilhar.

2.2.1 Local das vivências profissionais

Meu estágio aconteceu em uma empresa de tornos, em Lavras/MG, Figura 15. A empresa atua na área de usinagem e fresamento, em geral. Prestando serviços e fabricação de peças, com conhecimentos específicos na área industrial, de mineração e cimenteiras.

Figura 15 – Local do Estágio

Fonte: Própria autoria (2022)

A empresa trabalha com usinagem em geral, torno, fresa, corte e soldas diversas, fabricação e serviços de peças pequenas, médias e grandes (até 4000 mm x 8000 mm), serviço de recondicionamento, enchimento, fresamento e caldeiraria simples. Os trabalhos são executados por meio de desenhos, croquis ou conforme

amostra. Também trabalham com serviços e vendas de mangueiras e conexões hidráulicas.

2.2.2 Melhoria em um Guincho

Uma das minhas primeiras vivências nesse estágio, foi o caso de um Guincho que teve seus eixos deformados devido ao excesso de estresse de cisalhamento sobre eles. O eixo originalmente possui um suporte em C. Ele possui um limite de 1(uma) tonelada, mas devido ao trabalho em área rural, com o terreno bastante irregular, aumentou os esforços nos eixos, e o resultado é o mostrado na Figura 16(A).

Figura 16 – (A) Eixos deformados; (B) Novo eixo; (C) Nova estrutura de suporte

Fonte: Própria autoria (2022)

Com sua chegada, foi determinada as possíveis soluções dentro do limite de orçamento que nos foi informado e decidimos fazer outro suporte oposto ao apoio do eixo, ficando, então, em forma de um garfo e o eixo, este, estendido. Na Figura 16(B) podemos verificar alongamento feito no eixo da roda e na Figura 16(C) a montagem final da estrutura.

Para a fabricação dessa nova parte, usamos cantoneiras de ferro, um tarugo de aço, que foi usinado para se fabricar o eixo e ambos foram soldados utilizando solda MIG. Também foram fabricados itens de suporte como parafusos e pinos.

Com um mundo cada dia mais moderno, com produtos de melhor desempenho e preços competitivos, exigiu-se da engenharia, produtos mais resistentes a falhas ou meios de melhorar o que já existia. Na disciplina de

Manutenção Industrial, pudemos verificar o quão importante é também alterarmos projetos e melhorarmos o que já se tem disponível.

É citado em um dos estágios da curva da banheira, que fala sobre o comportamento da vida útil de um material, falhas causadas aleatoriamente, como vibrações e impactos e podem ser reduzidas através da melhoria nos projetos (FOGLIATO, 2009).

Como parte da disciplina de Engenharia de Materiais, aprendemos que os sólidos possuem estruturas cristalinas, e essas se acomodam para suportar variações de forças inseridas no meio. Quando inseridas essas forças, o material sofre discordância, assim sofrendo uma deformação plástica.

Dessa deformação plástica, o escorregamento é o movimento da discordância é em um plano. A deformação permanente é uma resposta à aplicação de tensões cisalhantes (CALLISTER, 2020).

Na disciplina de Soldagem, vimos que, para a recuperação de peças ou até mesmo para a fabricação, utilizamos também, a Solda. Durante o processo de melhoria do suporte do eixo da roda, foi bastante usado o processo de soldagem MIG. Através dela, conseguimos unir a cantoneira com uma chapa, parafusada na parte original do suporte.

A solda é um processo de união química de materiais de natureza similares em seu interior, assim como seu subprocesso, a brasagem (VILLANI, 2016).

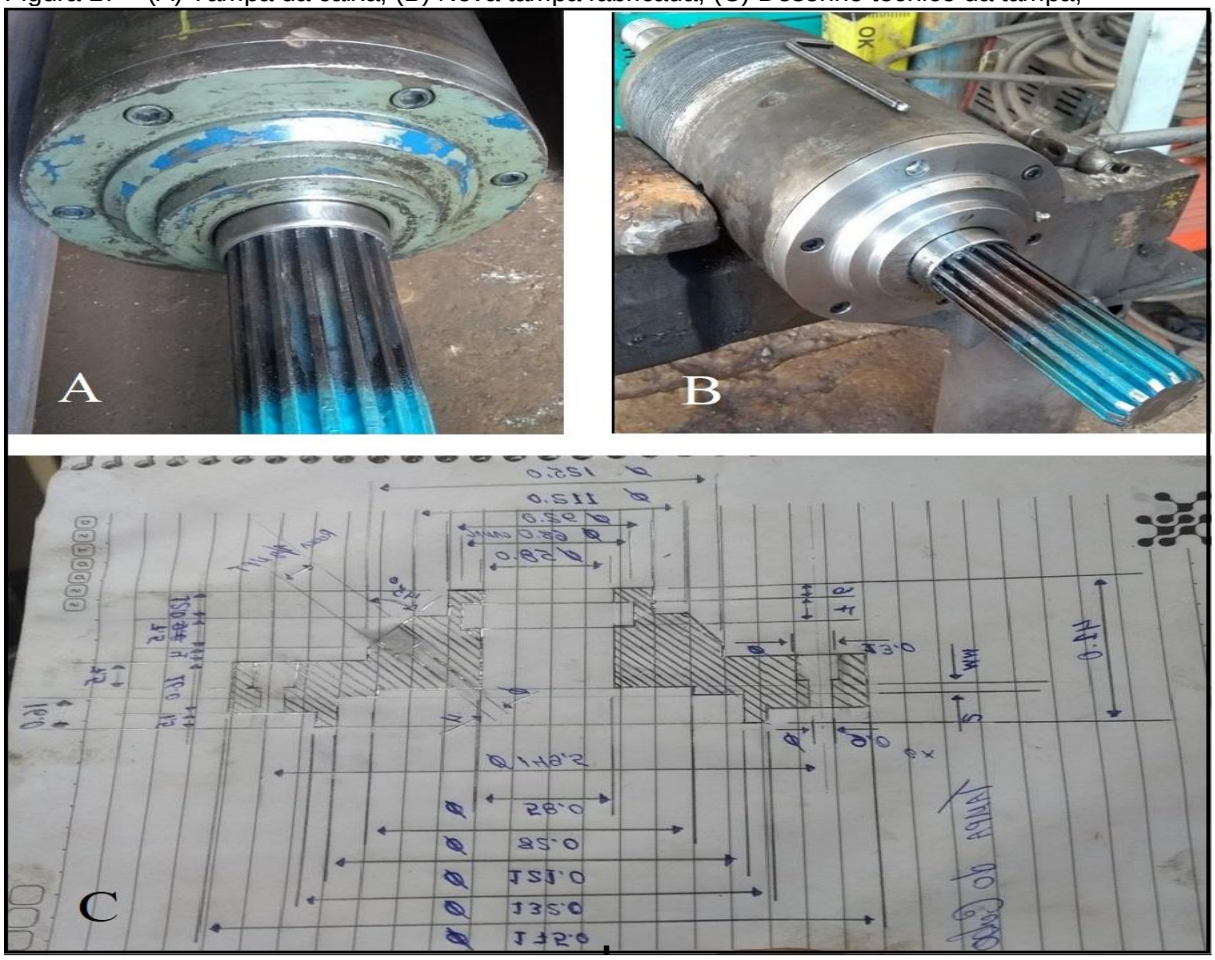
2.2.3 Desenho Técnico de uma peça

Na cidade de Ribeirão Vermelho/MG, possuem empresas que operam dragas que extraem areia do Rio Grande, e algumas, dessas empresas procuram a empresa onde tive minhas vivências, quando seus equipamentos estão danificados. Por muitas vezes, não ser possível a recuperação do material, optamos por fazer um desenho técnico para que o profissional mecânico consiga facilmente fabricar outra peça igual.

Especificamente, como minha segunda vivência nesse estágio, vou falar sobre a tampa de uma caixa de eixo de uma bomba d'água que foi completamente destruída no local. Como chegaram duas e uma delas ainda possuía sua tampa, como mostra a Figura 17(A), realizamos a medição através de um paquímetro, ou outros artifícios disponíveis e fizemos seu desenho técnico para fabricar uma nova

peça conforme a Figura 17(B), e servirá posteriormente para fabricação de outras novas peças, pois, é algo rotineiro de se acontecer no local.

Figura 17 – (A) Tampa da caixa; (B) Nova tampa fabricada; (C) Desenho técnico da tampa;



Fonte: Própria autoria (2022)

Nosso pensamento, é a mais importante ferramenta de trabalho e vivência que possuímos, e através dele agimos socialmente e temos a todo o momento, novas ideias. A partir disso, focando na área da Engenharia Mecânica, podemos transferir essas ideias para o papel, e assim foi nos ensinado na disciplina de Desenho Técnico Mecânico.

A passagem de ideias é, por esboços, o início de uma fase mais elaborada de desenhos técnicos. À medida que vão evoluindo e a técnica sendo melhorada, podemos inclusive transformar os esboços para o meio digital, como o CAD, reduzindo muito custo e tempo de desenvolvimento (SILVA et al., 2006).

Desde o começo da civilização, a fabricação é uma atividade essencial. Atualmente, o Processo de Fabricação é um grande fator nas nações mais

desenvolvidas. A aplicação da tecnologia à fabricação sacia e facilita o desejo mais primitivo da sociedade, sendo o da sobrevivência.

O Metal é o material mais importante e mais usado na Engenharia por sua ductilidade, maleabilidade etc. Possuem o necessário para satisfazer diversos projetos e continuam a cada dia sendo mais bem desenvolvido (GROOVER, 2014).

Com algo tão importante como a Fabricação de uma peça, seu desenho, é de suma importância, a Metrologia, são intrínsecas, para o bom funcionamento de uma peça, máquina, um conjunto em geral, tudo deve se encaixar, e seria impossível todo esse funcionamento sem as medidas exatas.

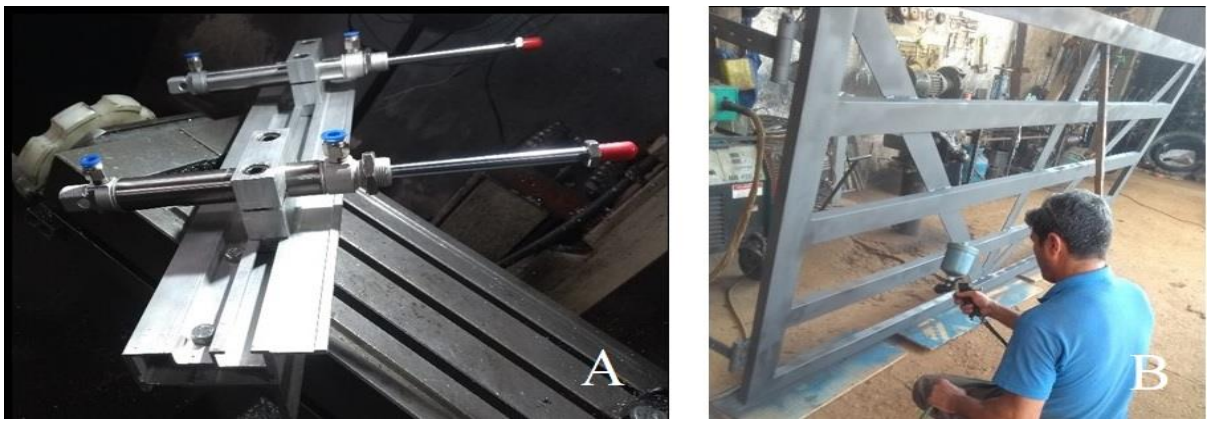
A medição envolve diversos requisitos de conhecimento do técnico para sua interpretação e assim gerar resultados (LIRA, 2016).

2.2.4 Outras atividades desenvolvidas

A empresa onde realizo o estágio supervisionado, não recebe somente peças grandes e complicadas para fazer manutenção ou melhoria, mas também peças de pequeno porte para reparo ou algum novo projeto que atendam necessidades específicas e que serão muito bem discutidos e construídos respeitando-se os princípios estudados no curso de Engenharia Mecânica, sejam eles, relacionados a materiais, processos e a análise de custos envolvidos.

Com minha presença no local, como uma terceira vivência, pude acompanhar a fabricação de diversos tipos de utensílios. Como o da Figura 18(A), sendo um cilindro pneumático que serve para fixar materiais para corte em uma serra; Figura 18(B), uma das nove porteiras encomendadas, feitas de aço carbono.

Figura 18 – (A) Suporte para cilindros pneumáticos; (B) Construção de uma porteira;



Fonte: Própria autoria (2022)

Um lugar onde se fabricam peças não vive somente de maquinários, mas também dependente de uma Gestão de Pessoas, onde devido seus vastos conhecimentos e domínios de técnicas, conseguem manusear suas ferramentas com maestria e produzir o que lhes são apresentados.

A carreira de um colaborador não pode ser algo que não lhe agrade e sim um caminho percorrido, o levando cada vez mais a um patamar superior, trazendo consigo seu local de trabalho (DUTRA, J. S.; DUTRA, T. A.; DUTRA, G. A., 2017).

Assim, da mesma forma que um colaborador deposita sua experiência e confiança numa empresa, essa também deve investir nos mesmos. A partir dessa simbiose, de uma boa Gestão de Investimentos, como vimos na disciplina de mesmo nome, durante o curso, terão um ambiente sadio e preparado para o futuro e inovações.

Independente do ramo seguido, a empresa deve manter seus investimentos em dois ativos básicos, o necessário, e o de melhor retorno, que é usado para manter a operação básica da empresa e apostar na inovação que lhe der o melhor retorno (SANTOS; LOPES, 2022).

Um dos pontos fortes do local do estágio é o trabalho de Usinagem, capaz de moldar materiais duros, maleáveis, plásticos, grandes, pequenos, frágeis, grosseiros etc. Pude acompanhar uma calibração de máquinas para um processo de automação, de rotação, avanço e até sua manutenção.

Para um melhor entendimento dos ângulos do corte, das forças e das condições da usinagem, é fundamental o conhecimento básico, dos movimentos e da geometria, e devem ser seguidos pelo técnico, que passará a utilizar as ferramentas adequadas com maior produtividade e redução de custos para a fabricação das peças (FERRARESI, 1970).

2.3 Desenvolvimento do aluno Marcelo de Cássia Almeida

Eu, Marcelo de Cássia Almeida, moro em Lavras-MG, mas cursei meu ensino médio na cidade de Divinópolis-MG. Vim para esta cidade, para ajudar na construção da usina de FUNIL, onde fui convidado a ficar e estou até hoje. Meu interesse pelo curso de engenharia surgiu da necessidade que sentia de me aprofundar em vários conteúdos da mecânica.

2.3.1 Local das vivências profissionais

A figura 19 apresenta o local onde coloquei em prática muitos conteúdos aprendidos em disciplinas na minha graduação em engenharia mecânica, principalmente, disciplina de Fundamentos de Sistemas Hidráulicos, por ajudar a desenvolver e comissionar as tubulações principais desta obra, além de comissionar as vazões e pressões ideais para os fluidos de resfriamento das turbinas, Automação Industrial que me ajudou muito nas manutenções, para melhorias no sistema de malha de controle do regulador de velocidade dos geradores e Gestão de pessoas, pelas vezes que atuei como supervisor de equipes mecânicas em grandes manutenções.

Na figura 19, tentei ilustrar a casa de força da usina do funil, vista de jusante, de dentro de um barco, onde procurei destacar, na esquerda da foto, o vertedouro e a direta, a barragem, construída de terra vermelha, areia, brita e argila com pedras grandes por fora, para dar sustentação.

Figura 19 – Casa de força Usina Hidrelétrica de Funil

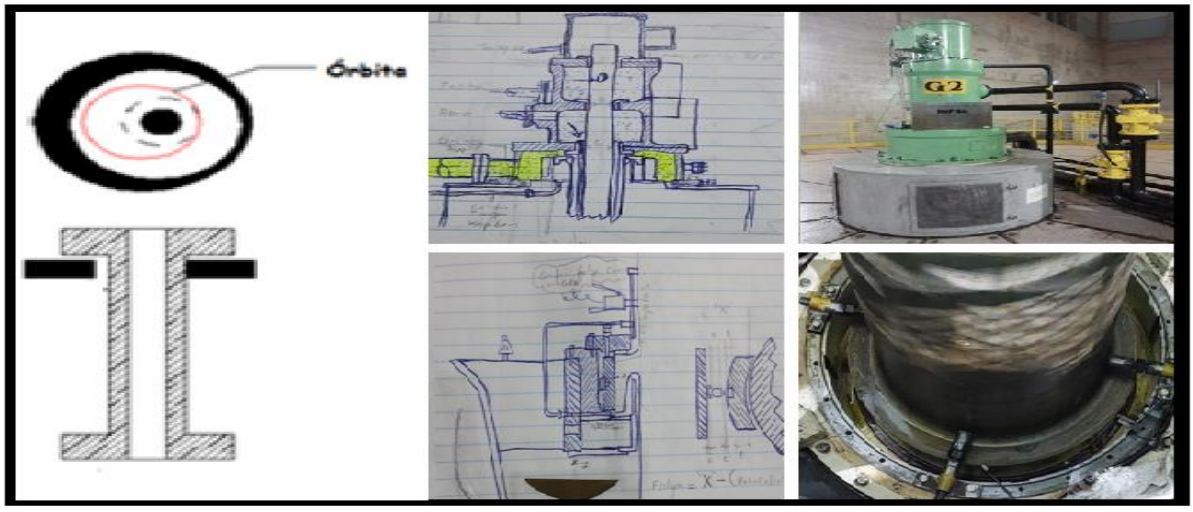
Fonte: Própria autoria (2022)

Em 2002, tive o privilégio de acompanhar a construção deste empreendimento desde a fundação. Na construção da barragem, que é retratada por alguns autores como sendo um desnível entre Montante e Jusante (MÜLLER,1995). Em estudos anteriores realizados por Cruz (1996), percebi um vislumbre do desenvolvimento de vários setores do Brasil, devido aumento de obras hidrelétricas que, um tempo mais tarde, por meio de uma pesquisa realizada por Tundisi (2003), onde foi verificado que o Brasil utiliza apenas 35% de seu potencial hidrelétrico.

2.3.2 Inspeção/correção do erro de Run-Out do eixo da unidade geradora

Em minha primeira vivência prática no curso de engenharia mecânica, acompanhei de forma ativa o serviço de inspeção e correção do erro de Run-Out do eixo principal de uma unidade geradora de grande porte do tipo Kaplan vertical, com potência nominal de 60MW. Quando uma turbina apresenta erro de Run-Out, quer dizer que, seu eixo principal, está girando com suas extremidades fora de centro, formando com isto uma órbita em torno do centro principal conforme ilustrado na parte esquerda da Figura 20.

Figura 20 – Erro de Run-Out



Fonte: Própria autoria (2022)

No serviço de inspeção e correção do erro apresentado na figura 20, coloquei em prática os conhecimentos que adquiri nas disciplinas de Elementos de Máquinas I, ao inspecionar e regular os eixo e rolamento dos equipamentos, utilizados para estes serviços, eletrotécnica, quando ajudei na criação de um sensor elétrico, tipo proxímetro, e, para fazer os desenhos e croquis que ilustram o erro, utilizei a disciplina de Desenho Mecânico.

O ponto principal onde iniciamos a desmontagem do mancal que fica o cabeçote do gerador, para deixar o eixo da máquina livre e com isto possibilitar a execução do serviço. Mostra também, no centro da figura, um croqui feito a mão para ilustrar o trabalho realizado, com a parte pintada em amarelo, enfatizando o óleo que encontramos contaminado com muitas partículas solidadas, devido ao defeito.

Quando um eixo é composto por mais de uma parte por apresentar um comprimento muito grande, o Run-Out tem que ser feito separado para cada seguimento. A inspeção dos erros foram realizadas por meio da instalação de dois sensores indutivos do tipo proxímetro que durante giro dos eixos, coletou as variações do fluxo magnético seguindo o princípio de *Foucault*, convertendo os valores encontrados em uma medida linear conforme estudo descrito por Souza (2005), onde em posse das informações, os valores foram comparados com a permissividade da norma internacional NEMA MG 5.2, (1972) e a correção foi feita por meio de calços nas faces dos respectivos eixos até conseguirmos o valor desejado. A comprovação do sucesso da intervenção foi validada por comparação da vibração relativa do conjunto, que antes se encontrava fora de norma, e, após o serviço, se adequou a norma (ISO 7919-5, 2005).

2.3.3 Inspeção/correção de verticalidade do eixo unidade geradora

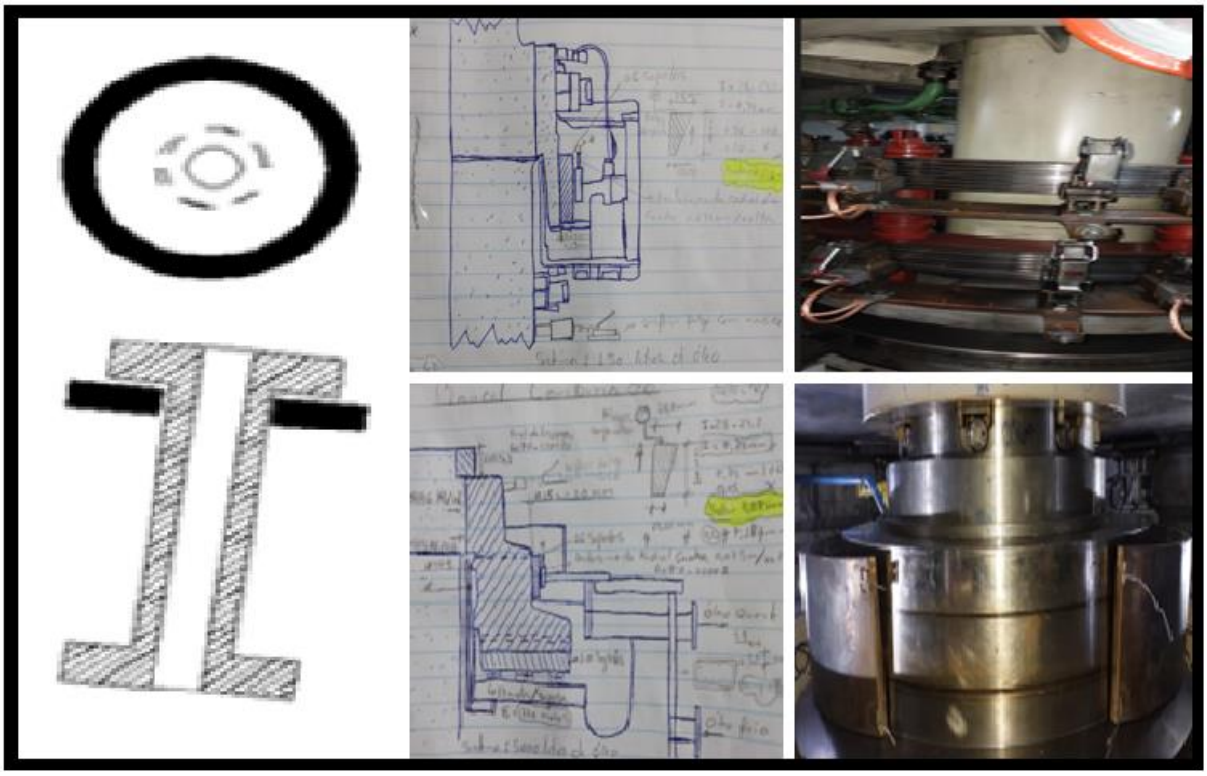
Como minha segunda vivência prática no curso de engenharia mecânica, tendo em vista o sucesso da primeira intervenção, acompanhei também, de forma ativa o serviço de inspeção e correção do erro de Verticalidade do eixo dos mancais do gerador e turbina, de uma segunda unidade geradora da empresa. Quando uma turbina geradora se encontra com erro de verticalidade, significa que seu eixo principal está formando um ângulo, em relação à base horizontal dos seus mancais diferente de 90º e fora da permissividade de inclinação citada na norma NBR 13224

(ABNT, 1993). Para realizar a inspeção dos erros, instalamos quatro prumos (0º, 90º,180º e 360º) com uma distância de fios conhecidas. Para o reparo do erro, instalamos também sensores indutivos, tipo proxímetro que, durante pequenos giros, as informações eram enviadas para computadores e convertidas em ângulo de inclinação naquela direção e, como a distância do fio de prumo é conhecida realizamos um cálculo trigonométrico (Tangente = Cateto oposto sobre Cateto Adjacente). Conforme Hallyday (2009), para saber, por comparação de triângulos, o valor dos cálculos a inserir na base de apoio do mancal horizontal, para então corrigir a inclinação, conforme ilustrado na Figura 21.

As disciplinas que podemos correlacionar foram: Elementos de Máquinas II, quando definimos e fabricamos os calços em metal nobre para a correção do problema; Eletricidade, quando trabalhamos com sensores indutivos e condicionadores de sinais e Manutenção Industrial, quando usamos técnicas para aliviar vetores de força peso no sentido axial do conjunto para possibilitar a desmontagem de componentes. A decisão para escolha das normas a serem seguidas, acorreu em um debate, entre equipe de manutenção e engenharia da empresa, conforme já vimos dicas parecidas em uma literatura (MATA-LIMA, 2007).

A Figura 21, parte direita, mostra a desmontagem do anel coletor, mancal guia superior e mancal de escora que realizamos para deixar o eixo livre e executar a verticalidade. Mostra, também, croquis feitos a mão, ao centro, para ilustrar o interior dos equipamentos e a aparência de um erro de verticalidade a direita.

Figura 21 – Erro de Verticalidade



Fonte: Própria autoria (2022)

2.3.4 Inspeção/correção do balanceamento do rotor do gerador

Na minha terceira vivência prática na graduação em engenharia, acompanhei e fiscalizei de forma prática, a inspeção e correção de erro de balanceamento do rotor da unidade geradora de uma terceira máquina da empresa, seguindo a norma ISO 21940-11(2016). O balanceamento dinâmico de um rotor tem o intuito de equilibrar forças e massas residuais causadas por algum desgaste ou pelo próprio processo de fabricação. O método utilizado para descobrir o erro foi também através da instalação de um sensor elétrico, tipo proxímetro, durante operação para coletar e comparar a vibração relativa no eixo do equipamento, em relação à recomendação da norma ISO 7919-5, (2005).

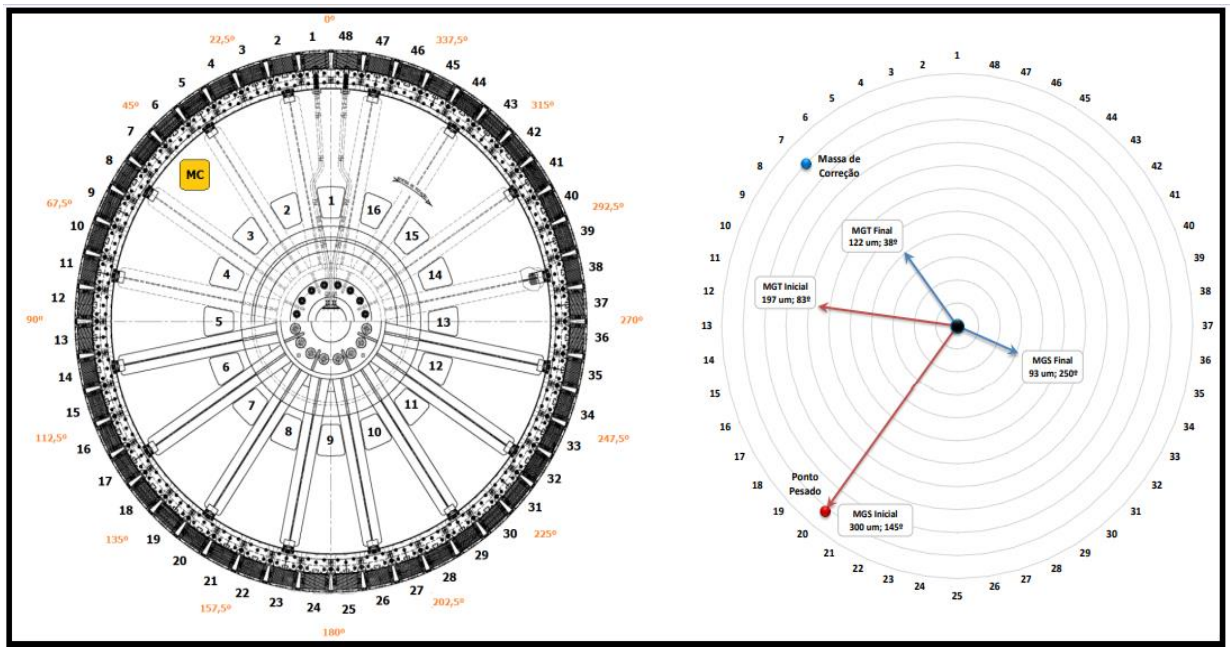
Observamos em um estudo, que quando um equipamento mecânico girante apresenta desbalanceamento maior que metade do valor recomendado em norma é inadmissível (NISHI, 2006).

A correção de balanceamento foi realizada através de solda tipo MIG/MAG de contrapesos de aço no ponto indicado na Figura 24, conforme literatura (Scotti e Ponomarev (2008).

Acompanhando estes serviços, coloquei em prática o que aprendi nas disciplinas: Soldagem, por fiscalizar as temperaturas de poça de fusão durante o processo e fazer a especificação correta das varetas utilizadas. Física I, por acompanhar os cálculos de decomposição de força para definir o ponto a ser instalado o contrapeso, e, Física II, para encontrar quais vetores de forças que se formam em um rotor girando a 150rpm de forma uniforme.

A Figura 22, mostra o rotor da unidade geradora com marcação que fizemos através de um software e cálculos para definir o ponto exato entre os 48 polos existentes para a solda, do peso usado no balanceamento da máquina.

Figura 22 – Ângulo de fase regência de balanceamento rotor



Fonte: Própria autoria (2022)

2.3.5 Inspeção/correção de trincas nas pás da turbina unidade geradora

Durante a parada de máquina da unidade geradora 03, acompanhei a inspeção da parte inferior do rotor Kaplan, utilizando líquido penetrante (LP), para localizar e corrigir alguma possível trinca. O processo de detecção de trinca por LP, consiste na aplicação de dois fluidos na superfície limpa da peça onde, o primeiro, após 20 minutos aplicados, irá penetrar em alguma possível fissura e, depois da nova limpeza e aplicação do segundo será revelada alguma eventual trinca conforme Figura 23.

Figura 23 – Inspeção de Trincas com Líquidos Penetrantes - LP

Fonte: Própria autoria (2022)

Neste processo de inspeção utilizei os conhecimentos que estudei nas disciplinas de Manutenção industrial quando tive que montar andaimes tubo roll para realização do serviço, Soldagem, quando acompanhei a reparação de algumas pequenas trincas com solda elétrica e usinagem dos materiais, no acabamento das pás, por meio de ferramentas elétricas rotativas.

Para a correção, utilizamos algumas dicas de literaturas sobre eletrodos revestidos (MARQUES, 2016) e para efeito de redundância de segurança realizamos uma comparação com outra literatura (MODENESI, 2012). No processo de soldagem nas pás com eletrodo inox 309L, seguimos algumas observações com relação à transformação da estrutura química e metalográfica do material (KRAUSS, 2005).

A Figura 23 mostra a parte inferior da turbina, onde realizamos o trabalho de inspeção de trincas por (LP). Geralmente este tipo de defeito em turbinas aparece nas bordas das pás que são pontos suscetíveis a maiores tensões.

2.3.6 Inspeção/correção de cavitação nas pás da turbina unidade geradora

Ainda na parada da máquina 03 realizei uma inspeção visual a procura de pontos de cavitação na parte superior das pás da turbina. Para isto segui dicas que encontrei em uma literatura que diz que, cavitação é um processo físico onde a substância passa do estado líquido para o gasoso, com formação de bolhas e

temperatura constante, onde ocorre redução de pressão (MATAIX, 1986). Geralmente a presença de cavitação em turbinas geradoras do tipo Kaplan é bem pequena, porém, se não for detectada e corrigida no início pode causar, assim como em uma bomba centrífuga, efeitos desastrosos (SAHDEV, 2005). O efeito mais grave conforme uma pesquisa que realizamos é quando ocorre o colapso (MATTOS & FALCO, 1998).

Neste serviço, utilizei o que aprendi nas disciplinas de Máquinas de Fluxo, quando trabalhei no levantamento de valores do instante em que a turbina transfere energia em trabalho e, com isto, possivelmente estava cavitando. Já a disciplina Mecânica dos Fluidos I, para definir qual ponto o fluido em movimento estava gerando mais cavitação e restringir a faixa operativa para corrigir o problema. Mecânica dos Fluidos II para estudar em campo, se a geometria das pás poderia ser levemente readequada, para diminuir a cavitação.

A Figura 24 mostra a parte superior da turbina Kaplan com vestígios de cavitação que recuperamos com solda elétrica e eletrodo a base de inox 309L conseguindo estrutura química e metalográfica compatíveis conforme aprendemos, aprendemos na disciplina laboratório de processos de fabricação.

Figura 24 – Inspeção Visual De Cavitação

Fonte: Própria autoria (2022)

2.4 Desenvolvimento do aluno Maxmuller Vitor de Oliveira

Vou citar algumas das vivencias que realizei em meu aproveitamento profissional na empresa do seguimento automobilístico localizada em Lavras onde trabalho a 13 anos.

2.4.1 Local das vivências profissionais

Como líder logístico sou responsável pelo recebimento e conferência física de componentes, matérias primas e produtos químicos, assim como por orientar os operadores logísticos, cumprindo as solicitações dos clientes e normas da empresa.

O líder logístico também deve acompanhar os lançamentos das entradas e saídas no sistema SAP, abastecimento das linhas de produção, inventario rotativo, fazer relatórios de fornecedores referente a divergências encontradas na conferência física dos materiais. Ele também lidera os operadores logísticos do recebimento, almoxarifado, expedição e abastecedores de linha de montagem.

Neste período também realizei as atividades como analista de inventário, onde fui responsável pelo planejamento das contagens para atender a curva ABC que é feita pela controladoria.

Além dessas atividades também trabalhei na engenharia de processos onde ajudei na liberação das estruturas de novos produtos.

Meu interesse pela engenharia mecânica veio da minha vivência no segmento automobilístico onde pude presenciar as atividades da fabricação até expedição do produto final.

2.4.2 Atividades desenvolvidas como líder na expedição

A minha primeira vivência no período de minha graduação em engenharia mecânica foi no setor de expedição, onde trabalho como líder logístico. Nossa equipe e composta por 2 faturistas e 4 separadores de carga.

Vou descrever as atividades que realizei na expedição e no faturamento. Hoje na expedição, seguimos uma lista de embarque que é abastecida diariamente pelos programadores do PCP. Nesta lista, cada programador inseri os códigos dos amortecedores e as quantidades que devemos expedir para cada cliente. Após a impressão da lista de embarque, cada operador vai para o estoque para localizar as

peças que precisam ser separadas e enviadas para os clientes. Após a localização das peças, os operadores utilizam a empilhadeira para retirá-las do estoque e as colocam na área de espelho. Neste período tive a oportunidade de acompanhar uma das melhorias feitas em nossa área com a troca das empilhadeiras GLP (gás) por empilhadeiras elétricas onde obtivemos um ganho na redução do consumo de gás e diminuição na poluição sonora e do meio ambiente. E também foi colocado 2 empilhadeiras do tipo retrátil para a movimentação do estoque vertical dos produtos acabados, pois este tipo de empilhadeira utiliza menos espaço para a movimentação, otimizando o serviço.

A Figura 25 mostra a empilhadeira a gás que era previamente utilizada e a empilhadeira elétrica, a qual é utilizada atualmente na operação.

Figura 25 – Imagem das empilhadeiras, sendo a movida a gás (A) e a elétrica (B)

Fonte: Própria autoria (2022)

A figura 25 está relacionada as disciplinas de gestão ambiental com a redução da poluição do meio ambiente e também a disciplina de higiene e segurança do trabalho onde tivemos uma redução na quantidade de ruído gerada pelo equipamento.

Ao nível psicológico, a pessoa exposta continuamente a ruído acentuado pode alterar o seu comportamento no sentido da instabilidade, irritabilidade e busca de isolamento, a par da fadiga e mal-estar provocado pelo ruído (BOGER, 2009).

Boger (2009), ainda diz que as implicações negativas sobre o rendimento no trabalho, a comunicação verbal e a segurança, motivadas pela diminuição da capacidade de concentração e coordenação e pela perda de capacidade auditiva.

Após retirar todas as peças solicitadas na lista de embarque os operadores preparam um documento chamado romaneio de faturamento, preenchem com os códigos dos amortecedores e quantidade por embalagem, colocam os códigos das embalagens e entregam no faturamento para o faturista providenciar a nota fiscal.

Na sala do faturamento, o faturista lista todos os amortecedores que estão no romaneio no sistema SAP e solicitam a emissão da nota fiscal, para o nosso polo de faturamento em Amparo/SP. Porém, temos um pequeno problema em relação à emissão das notas fiscais, pois, ocorre um erro por falta de saldo, para alguns amortecedores que ainda estão sem saldo no sistema devido a algum erro de declaração. Uma das minhas principais funções é analisar estes erros para a emissão da nota fiscal, onde ao analisar o erro, podemos identificar várias causas, como falta de baixa no almoxarifado, falta de declaração de algum item da fabricação, erro de inventário cíclico, erro de estrutura ou algum desvio sem ser digitado. Após as análises e a correção do erro, solicitamos a emissão da nota, novamente para o polo de faturamento.

Uma de minhas funções é monitorar os veículos que estão entrando na fábrica, para realizar as coletas. Cada montadora tem um horário de janela para entrar na fábrica. Essa janela é de 2 horas, e nesse tempo deve-se descarregar as embalagens vazias que retornam da montadora e depois carregar os racks com amortecedores. Atender o horário das janelas é uma atividade que temos maior dificuldade, pois o não cumprimento de uma afeta as demais, além de gerar frete extra, por conta da empresa.

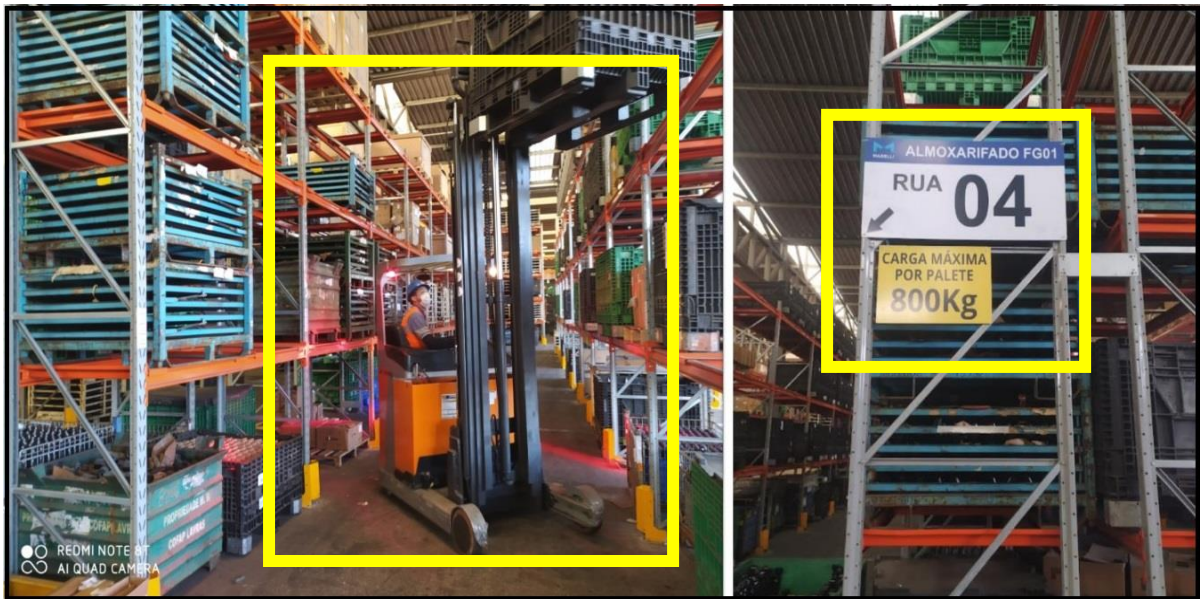
Depois do veículo descarregar as embalagens ele sai na portaria é pesado vazio para efetuar o carregamento. Então ele estaciona na doca de carregamento e começamos carregá-lo, e, após finalizar o motorista busca as notas fiscais na sala do faturamento e segue para a portaria, onde o veículo é pesado novamente para verificar se o peso líquido corresponde com as notas fiscais. Se tudo estiver correto, o veículo segue viagem.

Como líder dou suporte para os separadores de carga na cobrança dos itens críticos que ainda faltam sair da produção e, para os faturistas em relação à falta de

saldo dos amortecedores acabados, para a emissão da nota fiscal.

A Figura 26 mostra uma das melhorias que foi implantada recentemente, onde tive a oportunidade de fazer parte do planejamento, capacidade e do layout.

Figura 26 – Imagem do empilhamento dos materiais no estoque vertical de acabados



Fonte: Própria autoria (2022)

Esta figura está relaciona a disciplina de Organização Industrial, onde com o estudo do posicionamento das máquinas e equipamentos, podemos melhorar a produtividade e otimizar o espaço. Esta figura está relacionada também com a disciplina de Mecânica dos sólidos 2 onde é necessário o cálculo para estipular a capacidade de peso que podemos armazenar para evitar o rompimento das vigas e colunas. E está relacionada também a disciplina de Higiene e Segurança do Trabalho, onde é de suma importância, seguir as normas e identificações da capacidade, para evitar possíveis acidentes de trabalho.

É determinado pela Constituição Federal que por lei todos e quaisquer colaboradores tenham o direito à saúde e à segurança em seu ambiente de trabalho, sendo assegurada a sua saúde física e mental. (BARBOSA, 2011).

Antes desta melhoria apresentada na figura 26 nosso estoque dos produtos acabados era do tipo blocado com um rack empilhado sobre outro, e não tínhamos endereços, onde todo o estoque ficava com o saldo em um só depósito denominado FG01.

Com a implantação do porta-paletes adquirimos mais espaço para a armazenagem dos produtos, além de conseguir endereçar as peças com a gestão WMS

(*Warehouse Management System)*, onde conseguimos localizar as peças pelo sistema SAP (Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema).

Conforme Dias (2009), o método correto para estocagem de matéria-prima, peças em processo e produto acabado permitem diminuir custos, melhorando na localização dos produtos, acelerando a produtividade, com redução dos desgastes dos equipamentos de movimentação e redução nos acidentes do trabalho.

Ainda de acordo com Dias (2012), o objetivo da armazenagem é utilizar o espaço da forma mais eficaz possível. As instalações do armazém devem proporcionar meios para um trabalho rápido e eficaz, tanto no recebimento, como na expedição.

2.4.3 Atividades desenvolvidas como líder no recebimento e almoxarifado

Em minha segunda vivência, trabalhei como líder no recebimento e almoxarifado onde lidero a equipe do recebimento, almoxarifado e abastecimento de linha. No recebimento recebemos os documentos chamados MIGO (*Movement In Goods Out),* emitidos pelo fiscal, ao descarregar os componentes fazemos a separação do mesmo e conferimos se a quantidade física corresponde com a MIGO. Após a conferência, emitimos as etiquetas do SAP e enviamos os materiais para o almoxarifado, onde os almoxarifes etiquetam e armazenam os mesmos no porta-palhetes.

No portão do almoxarifado são solicitados os materiais que a produção vai utilizar no processo. Após consulta no SAP os almoxarifes retiram o que foi solicitado dos endereços e passam o saldo para o processo (WIP), assim os abastecedores de linha levam os componentes para as montagens para a fabricação dos amortecedores.

Como líder suporto tanto os almoxarifes, como os conferentes, na localização de matérias que ainda estão em trânsito, rastreando os mesmos pelo sistema (SAP) após a localização dos veículos solicito a entrada do veículo na fábrica para retirar o material solicitado pela produção. Uma de minhas funções também e rastrear movimentações de materiais que estão com divergência no estoque para identificar onde erramos e corrigir as divergências do estoque.

A Figura 27 mostra uma das melhorias realizadas no almoxarifado que fiz como líder, com a padronização de alocações por fornecedor, localização e aparência visual aprimorada.

Figura 27 – Organização do almoxarifado central

Fonte: Própria autoria (2022)

A figura 27 está relaciona as disciplinas de Organização industrial, onde foi feito o estudo da melhor adequação das peças para a movimentação dos equipamentos de transporte, assim podemos acelerar o atendimento a produção e otimizar os espaços no estoque, está relaciona também gerenciamento de pessoas e gestão de projetos onde é necessário estar bem alinhado com a equipe a necessidade da melhoria para melhorar o dia a dia de trabalho de todos.

Conforme Dias (2012), o almoxarifado está relacionado diretamente ao transporte interno dos materiais visando atender da forma mais eficaz possível os clientes internos da empresa.

Para Gapski (2003) as empresas buscam estar sempre melhorando seus processos logísticos, onde o armazenamento melhora os processos para atender melhor os requisitos dos clientes. Com a evolução dos processos, as empresas estão sempre aperfeiçoando os processos agregando valores como espaço, tempo, qualidade e de forma geral atender a produção de forma eficaz.

Dias (2012), ainda diz que logística e o nome dado a parte especulativa da ciência das armas. Que tem como uma de suas definições o segmento da arte da guerra: planejamento, desenvolvimento, aquisição, armazenagem, transporte, distribuição, manutenção e perca de material.

2.4.4 Atividades desenvolvidas como analista de inventário cíclico

Em minha terceira vivência vou citar uma das atividades que também realizei no período de minha graduação.

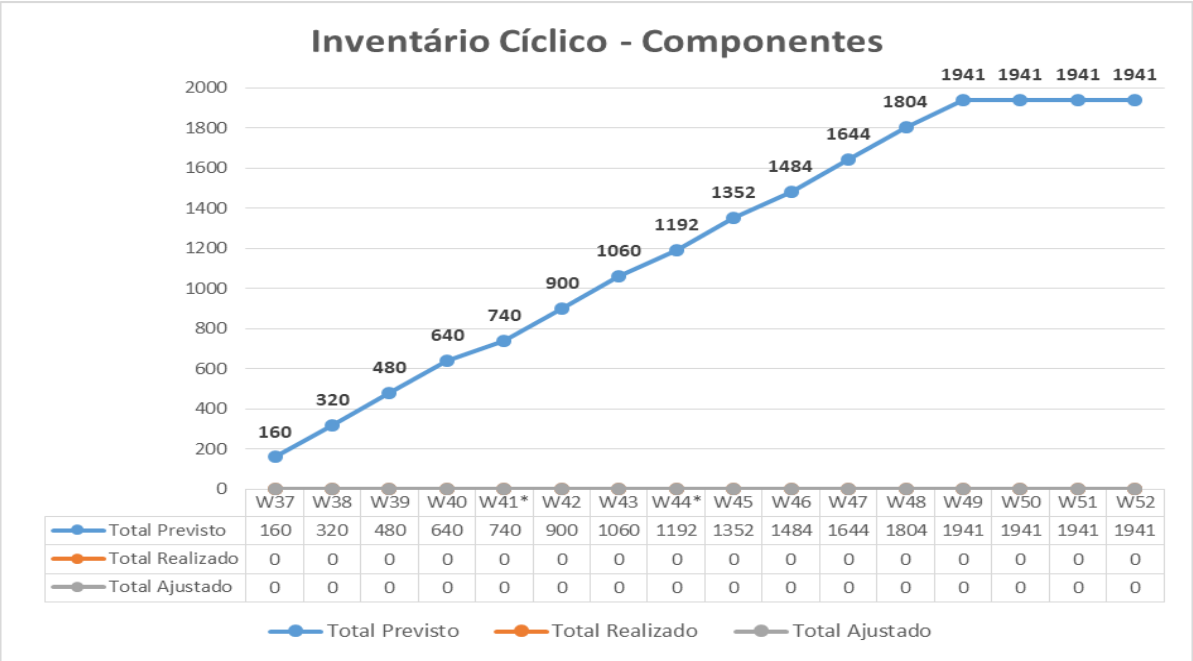
Como analista de inventários fui responsável pelo planejamento das contagens e análise da causa raiz das divergências.

Nossa equipe de inventários é formada por dois líderes e quatro operadores. Após a liberação da curva ABC feita pela controladoria no começo do ano, fazemos o planejamento das contagens para atender todos os itens.

Os itens A, são os itens com maior custo que devemos contar 3 vezes no ano, já itens B, devemos contar 2 vezes ano e os itens C, somente uma vez no ano. Então é feito o planejamento para atender todas as contagens necessárias para fechar a curva ABC, até o final do ano. Quando já temos a informação se vamos ter inventário geral no final do ano, já eliminamos os itens C da curva, pois já vamos contar no inventário geral, então fica faltando 1 contagem dos itens B e 2 dos itens A. O planejamento das contagens e muito importante, pois o nosso repertório de itens é muito grande (aproximadamente 6000 itens) e então não podemos cometer erros.

A Figura 28 mostra o gráfico de acompanhamento de contagens do inventário cíclico, a quantidade planejada, realizada e ajustada.

Figura 28 – Gráfico do planejamento do inventario cíclico



Fonte: Própria autoria (2022)

Esta imagem está relacionada a disciplina de Economia para a identificação das maiores perdas nos processos de fabricação, está relacionada também a disciplina de gestão de pessoas para o melhor planejamento das contagens, evitando perda de mão de obra.

Segundo Almeida (1985) o estoque consiste de bens utilizados para a fabricação ou venda, relacionados com os objetivos da empresa. Eles são importantes na apuração do lucro líquido de cada exercício social e para determinar o valor do capital investido e do balanço patrimonial.

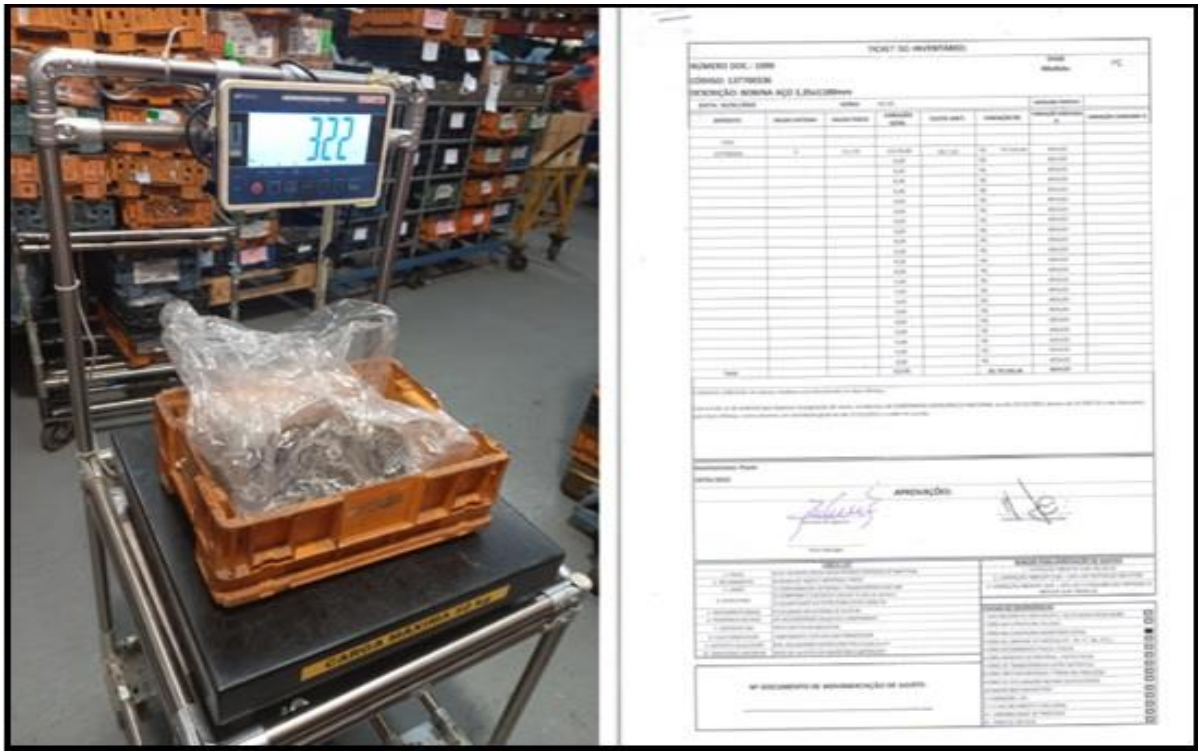
Após a planilha das contagens pronta, separamos a quantidade de itens que vamos contar no dia, subtraímos o saldo congelado do sistema SAP do processo e do almoxarifado, com isso imprimimos os endereços onde estão localizados os itens no almoxarifado, e, então, utilizamos as balanças para a conferência física dos materiais.

Conforme mencionado no Guia de Treinamento Programado à Distância da IOB (1983), primeiramente devemos ter em mente os métodos de operação da empresa, pois para cada tipo de material temos um procedimento de contagem física além de variar o volume e complexidade.

Após as contagens fazemos o confronto do saldo do sistema com o encontrado fisicamente. A diferença encontrada pode ser para maior ou menor. Para achar a causa raiz da divergência é gerado um relatório contendo todas as movimentações do sistema SAP e a data do último ajuste de inventário até o dia atual a fim de verificar as entradas, declarações, refugo e um possível erro de estrutura dos itens acabados.

Após identificar a causa raiz da divergência, para a correção do saldo, precisamos fazer um documento denominado ticket de inventário, nele é inserida a diferença encontrada, o valor e a possível causa da divergência. Então, é impresso o ticket com as evidências da divergência e para fazer o ajuste precisamos recolher as assinaturas do gerente da controladoria, gerente da logística e do diretor da fábrica para ser autorizado o ajuste no sistema, o que se caracteriza como a parte mais difícil, pois precisamos explicar e convencê-los, sobre a causa da divergência. A imagem da Figura 29 mostra a conferência física e também a imagem do ticket de inventário, que é o documento feito para realizar o ajuste da divergência encontrada.

Figura 29 – Balança para conferencia física e a imagem do ticket de inventario



Fonte: Própria autoria (2022)

Esta imagem está relacionada a disciplina de metrologia na utilização da balança para a conferência física do material para garantir que a quantidade da nota fiscal está de acordo com o físico, também relacionada a disciplina de economia para a identificação das maiores divergências encontradas em nossos fornecedores e perdas nos processos de fabricação e está também relacionado a disciplina de gestão de pessoas para a organização da mão de obra adequada para realizar todas as contagens.

Segundo Lopes (1995), o inventário realizado tem como base o próprio item e não os registros das movimentações. O inventário físico é feito verificando nas prateleiras, e aos depósitos do processo, e fazendo a contagem dos componentes diretamente. Depois deve confrontar o físico com o saldo contábeis.

2.4.4 Atividades de liberação de estruturas de novos produtos

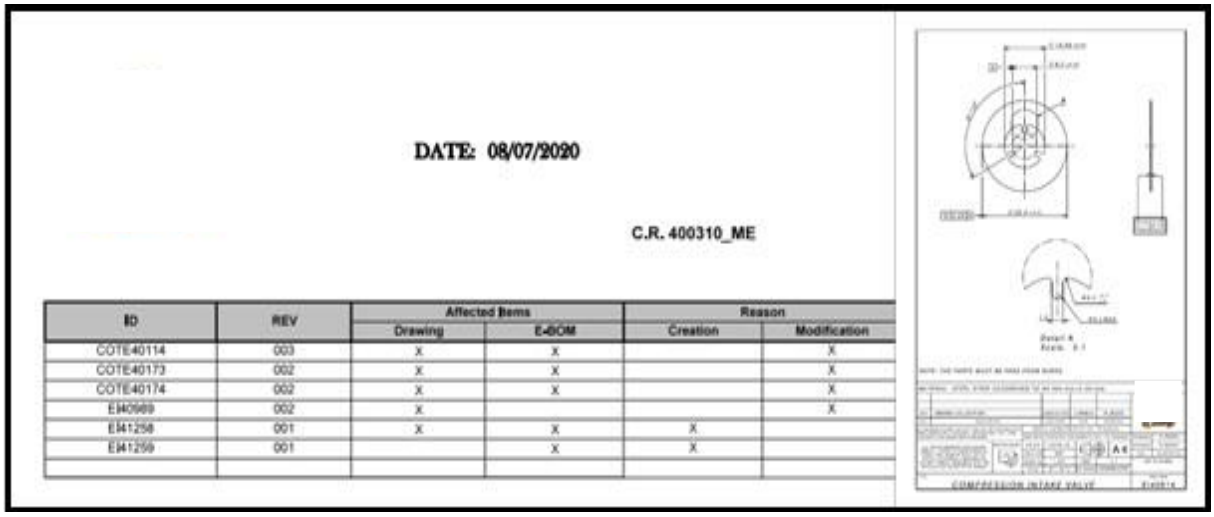
Em minha quarta vivência tive a oportunidade de participar da liberação de novos amortecedores ajudando a criar estruturas e versão de produção. Com o fechamento da fábrica de amortecedores de Polanski tivemos que absorver parte

dos amortecedores que eram fabricados lá, com isso tivemos uma grande demanda de liberação de estruturas em pouco tempo, com cerca de 300 novos amortecedores.

Me foi solicitado ajuda pelo setor da engenharia de processo para colaborar na liberação das estruturas e cadastros de novos materiais, e com isso tive a oportunidade de aprimorar ainda mais meus conhecimentos de SAP, e dos processos de fabricação da fábrica, pois para fazer a liberação da estrutura de um amortecedor e preciso conhecer cada etapa do processo, começando pela fabricação onde e inserido o peso de massa unitária dos itens que são fabricados interno onde e feito o cálculo do peso por mil dos itens da fabricação para evitar divergência das matérias primas. Após fazer o cadastro, estrutura e versão de declaração dos itens da fabricação partimos para os itens da preparação de componentes onde é feita a estrutura dos conjuntos e inserido instruções nos textos complementares de como deve ser feita a solda, montagem etc. Então iniciamos o processo de montagem onde criamos a estrutura dos amortecedores semiacabados que engloba os matérias da fabricação, preparação de componentes e almoxarifado. Por último criamos a estrutura do amortecedor acabado, onde e inserido os materiais do acabamento estipulado qual o tipo de pintura vai ser utilizado além de também ter que inserir as instruções de embalagem, conforme especificações dos clientes.

Neste período também aprendi a utilizar o Team center que é o sistema utilizado para consultar o desenho técnico dos amortecedores e componentes, e também instruções de montagem, onde levantamos as informações para incluir nos textos complementares do sistema SAP para que a montagem e fabricação consultem as instruções da montagem conforme especificado pela engenharia do produto. A imagem da figura 30 mostra um exemplo dos documentos que são enviados para a liberação de um novo amortecedor e o desenho técnico de um novo componente.

Figura 30 – Documento de liberação de um novo produto e desenho técnico de um componente



DATE: 08/07/2020

C.R. 400310_ME

ID	REV	Affected Items		Reason	
		Drawing	E-BOM	Creation	Modification
COTE40114	003	X	X		X
COTE40173	002	X	X		X
COTE40174	002	X	X		X
E40989	002	X			X
E41258	001	X	X	X	
E41259	001		X	X	

Fonte: Própria autoria (2022)

Esta imagem está relacionada a disciplina de informática e linguagem de programação, para o entendimento básico de como funciona um sistema de programação de produção é criar a estrutura do produto para gerar a necessidade de compra dos componentes que constituem o produto. A imagem também está relacionada a disciplina de desenho técnico, para a leitura dos desenhos dos novos componentes, que estão sendo liberados.

Iniciou-se a integração entre os agentes da cadeia de suprimentos, com a tecnologia da informação se instalando nas organizações, os processos aconteciam de forma mais ágil. Nesta fase, o foco era redução ao nível de estoque, uma vez que estoque parado significa dinheiro parado (NOVAES, 2007).

O desenvolvimento de novos produtos e uma atividade estratégica dentro das empresas dado o potencial de contribuição que os mesmos podem ter no desempenho financeiro da empresa (KRISHMAN, ULRICH, 2001).

Machado e Toledo (2008), descrevem o processo de projeto conceitual para obter os pré-requisitos do sistema e customizar o sistema e desenvolvimento. Aplique, atributos para desenvolver diferentes informações de projeto chamado *design-to-package* ou do desenho a embalagem.

3 AUTOAVALIAÇÃO

3.1 Autoavaliação do aluno Anilson Fonseca de Souza

3.1.1 Desenvolvimento profissional

Desde a ideia inicial, passando pelo croqui, o desenvolvimento do projeto, a construção física das peças, a adaptação do conjunto, os testes e a entrega do projeto, foi criado um conhecimento profissional excelente, onde pude colocar em prática a teoria apreendida em sala de aula, no curso de graduação, no chão de fábrica.

3.1.2 Desenvolvimento pessoal

Foi uma grande realização pessoal esse estágio, porque sempre quis participar de uma alteração em um equipamento mecânico, mas, como trabalho na parte eletrônica e não possuía conhecimento específico sobre o assunto, ainda não tinha recebido essa oportunidade. Mas agora, com o conhecimento acadêmico adquirido no curso de graduação em Engenharia Mecânica do UNILAVRAS, consegui formatar uma ideia no papel, projetar para a aprovação da gerência e participar da execução do projeto, desde a construção das peças, até a colocação em funcionamento do equipamento.

3.1.3 Perspectiva de formação continuada

Para o futuro, penso em ter como meta a formação continuada, buscando me aperfeiçoar. Além de fazer uma pós-graduação na área de desenvolvimento e projeto de equipamentos mecânicos e planos de fazer uma segunda graduação, agora na área da elétrica.

3.2 Autoavaliação do aluno Juliano Lima de Assis

3.2.1 Desenvolvimento profissional

Foi de suma importância essa vivência em um local onde a Engenharia Mecânica é exercida em sua pura essência. Poder ter o contato com tudo o que aprendemos é de demasiada importância, pois, nos habilita a começar a pensar de forma mais prática e condizente a realidade.

3.2.2 Desenvolvimento pessoal

A maior dificuldade foi me manter regrado e disciplinado. Mas foi uma dificuldade vencida e agora de grande valia para a vida.

3.2.3 Perspectiva de formação continuada

Continuo com meu objetivo inicial, prosseguir em uma pós-graduação em Engenharia Aeroespacial. Ver um foguete conseguir pousar automaticamente, e, em alto-mar, foi o suficiente para minha realização de que também consigo ajudar a evolução do ser humano. Trazendo assim, quem sabe, um pouquinho disso para meu país, fazendo minha parte e em uma área que comecei, então, a admirar.

3.3 Autoavaliação do aluno Marcelo de Cássia Almeida

3.3.1 Desenvolvimento profissional

Meus aprendizados adquiridos nesta área de engenharia, mecânica, do ponto de vida profissional, foram enriquecedores para minha vivência prática em campo. Sem dúvida, me preparou para desafios presentes e futuros, na área de manutenção mecânica de equipamentos industriais.

3.3.2 Desenvolvimento pessoal

Tive como maior desafio para vencer mais esta etapa da minha vida, aprender a dividir tempo entre minha família, estudo, trabalho e espiritualidade.

3.3.3 Perspectiva de formação continuada

Após a vivência nesta área de engenharia mecânica, pretendo realizar uma pós-graduação em energia com ênfase no uso de energias alternativas.

3.4 Autoavaliação do aluno Maxmuller Vitor de Oliveira

3.4.1 Desenvolvimento profissional

Meu maior desenvolvimento foi na parte de gestão de pessoas onde não tinha muita experiência, mas com minha vivência e aprendizados adquiridos durante o período curso me sinto preparado para os desafios que poderão vir.

3.4.2 Desenvolvimento pessoal

O meu maior desenvolvimento foi em saber trabalhar sobre pressão e também em ter disciplina para dividir minhas tarefas profissionais e pessoais.

3.4.3 Perspectiva formação continuada

Após a conclusão do curso de engenharia mecânica pretendo fazer uma pôs em logística ou produção.

4 CONCLUSÃO

Agora chegamos ao fim de mais uma trajetória onde trabalhamos com afinco e dedicação para conseguir um bom resultado e com isso encerrar da melhor forma possível, nosso curso de graduação em engenharia mecânica.

Eu, Anilson Fonseca de Souza, concluo que foi possível com este trabalho atingir a meta estabelecida. Os resultados podem ser comprovados, com os acompanhamentos dos lançamentos diários de produção e dos apontamentos de mão de obra da manutenção, dos meses seguintes à implantação da modificação. Antes do projeto, a média de troca do moto-redutor era (1), a cada (2) meses. De janeiro de 2022, até o momento, não tivemos nenhuma ocorrência de paradas ou de micro paradas referentes ao conjunto em questão e, consequentemente, também nenhuma troca do mesmo. O que comprova a eficiência do projeto que nos dá, até o momento, uma economia de aproximadamente R$ 36.000,00, somente com a redução da compra do moto-redutor, sem contabilizar as perdas de produção, que deixaram de existir.

Sugiro aqueles que, porventura, forem utilizar este portfólio como aporte, para fundamentação de sua obra, que aproveite ao máximo o conteúdo, sempre considerando que, a estruturação de um projeto, passa primeiramente por um planejamento bem realizado, e se, seguirem todas as etapas, em ordem cronológicas, lograram êxito em sua jornada.

Eu, Juliano Lima Assis, concluo que as expectativas foram saciadas e me sinto preparado para o mercado de trabalho com alta gama técnica que me espera pela frente. Foi um caminho árduo, mas todo caminho chega a uma nova trajetória. E devemos provar, não para os outros, mas para nós próprios, que estamos preparados para trilhar essa nova etapa. Com essa última parte do curso de Engenharia Mecânica, com os estágios que pude fazer, me senti aliviado, sentir que escolhi corretamente meu caminho e que com a conclusão de um serviço, vindo a gratificação. Acompanhando a melhoria no Guincho, aprendi que há diversos meios para um fim, e que basta ter um pouco de conhecimento técnico para podermos enxergar o que deve ser feito. Conseguindo conciliar o que vimos durante o curso com a realidade e ajudar o cliente, que fica satisfeito e com confiança no nosso trabalho. Assim como é satisfatório poder ter confiança no que sabemos, também é

quando vemos uma peça, que desenhamos tomar forma e ter assim uma utilidade. De um pedaço de aço com somente uma forma, nascer algo extremamente detalhado e trabalhado.

Agora com novas vivências, podemos ir atrás de novas técnicas, novas sabedorias, novos meios de enriquecer o que aprendemos no percurso, procuro agora me especializar na área Aeroespacial.

Eu, Marcelo de Cássia Almeida, concluí com a execução deste trabalho, que uma turbina geradora de energia tipo Kaplan vertical, quando opera com seu eixo fora da permissividade de erro verticalização, Run-Out e balanceamento, indicados pelas normas que supervisionam este tipo de equipamento, é afetada de forma negativa por temperaturas e vibrações anormais em todo conjunto, durante operação e após ser adequada, nos valores indicados, a temperatura e vibração diminuem substancialmente e as projeções estatísticas comprovaram o enorme ganho em vida útil e disponibilidade do equipamento no sistema. Conclui também que é muito importante que os defeitos de cavitação e trincas sejam descobertos bem no início de sua formação, por meio de inspeções periódicas para evitar problemas catastróficos.

Sugiro aqueles que pretendem fazer uso deste portfólio para auxiliar em algum trabalho, que considerem todas as forças que estão atuando na massa dos equipamentos envolvidos, antes de analisar o resultado, para evitar possíveis erros na hora da coleta de informações para análise.

Eu, Maxmuller Vitor de Oliveira, concluo que com todas as minhas vivências neste período de minha graduação, pude utilizar muito dos conhecimentos adquiridos, me auxiliando na realização de minhas atividades do trabalho, facilitando o entendimento dos processos de uma fábrica do segmento automobilístico.

Com o auxílio dos conhecimentos adquiridos no curso de engenharia mecânica e minhas vivências práticas pude aprender e entender o processo, desde a fabricação, até o acabamento.

Um de meus maiores conhecimentos adquiridos foi na parte de fabricação onde já tinha vivencia, mas com o estudo das disciplinas pude intender de fato os processos. E também na parte de gestão de pessoas, e sistemas de informação onde tive que me desenvolver para conseguir atingir os resultados de forma satisfatória.

Enfim chegamos ao final desta trajetória onde todas as experiências foram importantes para nossa formação como engenheiros mecânicos, onde também conseguimos adquirir vivências práticas para enriquecer ainda mais nossa vida profissional, no mercado de trabalho e nos permitir estar mais preparados para os desafios que surgirem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. C. **Auditoria, um curso moderno e completo**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1985.

ALMEIDA, P. S. **De processos de usinagem:** utilização e aplicações das principais máquinas operatrizes / Paulo Samuel de Almeida. 1.ed. São Paulo: Érica, 2015. 136p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13224-1994: Tolerâncias de montagem de unidades hidrelétricas verticais de grande porte**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BARBOSA, A. N. F. **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental**. São Paulo: Atlas - 4ª Ed. 2011.

BERNARDES, A. M.; NÍQUEL, C. L. V.; SCHIANETZ, K.; SOARES, M. R. K.; SANTOS, M. K.; SCHNEIDER, V. E. (Org.). **Manual de orientações básicas para a minimização de efluentes e resíduos na indústria galvânica.** In: Manual de orientações básicas para a minimização de efluentes e resíduos na indústria galvânica. Porto Alegre, 2000, v. 1, p. 09-63.

BOGER, M. E., A **influência de ruído na prevalência de perda auditiva induzida por ruído em trabalhadores** [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2009.

BRANCO FILHO, G. **A Organização, o planejamento e o controle da manutenção.** Ciência Moderna Ltda., Rio de Janeiro. 2008.

BUDYNAS, R. G. **Elementos de máquinas de Shigley** [recurso eletrônico] / Richard G. Budynas, J. Keith Nisbett; tradução: João Batista de Aguiar, José Manoel de Aguiar, José Benaque Rubert. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016

CHIAVERINI, V. **Aços e Ferros Fundidos.** Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. 7 ed. São Paulo: ABM, 2005.

CRAVO, E. **Moto redutores: como funcionam, aplicações e como dimensionar.** Grupo Kalatec**,** 2022 Disponível em <https://blog.kalatec.com.br/moto redutor/> acesso em 15/0/2022 às 11:15.

CRUZ, P. T. **100 barragens brasileiras:** casos históricos, materiais de construção, projeto. São Paulo. Oficina Textos, 1996. 647p.

CUNHA, G. D. **Desenvolvimento de Produto.** Apostila da disciplina de desenvolvimento de produto do curso de mestrado em engenharia de produção. PPGEP – UFRGS, 2001.

DEMAG, 2021. Disponível em: < https://www.demagcranes.com/pt-br/produtos/tecnologia-de-acionamento/motores/motores-freio-com-rotor-conico/> Acesso em: 20 de jun. de 2022.

DIAS, M. A. **Logística, transporte e infraestrutura.** São Paulo: Editora Atlas, 2012. Associação Brasileira de Logística. Disponível em Acesso: 28 nov. 2017.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais:** princípios, conceitos e gestão. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais:** uma abordagem logística. 6ª ed., São Paulo: Atlas, 2012.

DRUMMOND, C. A. **Sentimento do mundo.** 1a ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

DUTRA, J. S.; DUTRA, T. A.; DUTRA, G. A. **Gestão de Pessoas**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597013320. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597013320/. Acesso em: 06 out. 2022.

FERRARESI, D. **Fundamentos da usinagem dos metais**. São Paulo: Editora Blucher, 1970. E-book. ISBN 9788521214199. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521214199/. Acesso em: 06 out. 2022.

FILIPPO FILHO, G. **Automação de processos e de sistemas** / Guilherme Filippo Filho. - 1. ed. - São Paulo: Érica, 2014.

FINLEY, W. R., HOWDOWANEC, M. M., e HOLTER, W. G. **Diagnosing motor vibration problems.** In Pulp and Paper Industry Technical Conference, 2000. Conference Record of 2000 Annual, pages 165–180, June 2000.

FOGLIATO, F. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2009. E-book. ISBN 9788595154933. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154933/. Acesso em: 06 out. 2022.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. **NEMA MG 5.2/1972: Instalação de Geradores acionados por Turbina Hidráulica Vertical e Geradores/Motores**

Reversíveis para Instalações de Armazenamento Bombeado. New York, NY: *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), 1972.

FRANCHI, C. M. **Acionamentos Elétricos** / Claiton Moro Franchi. 4. Ed. São Paulo: Érica, 2008.

GAPSKI, L. O. **Controle de nível de estoque no setor varejista com base no gerenciamento do inventário pelo fornecedor: aplicação do modelo no A. Angeloni Cia Ltda e Procter & Gamble S.A.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, 2003

GILSON; J. M. **Desenho técnico**/Jacinta Milanez Gilson. Benedito/SC: UNIASSELVI, 2016.240p.:il.

GROOVER, M. P. **Introdução aos Processos de Fabricação**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2014. E-book. ISBN 978-85-216-2640-4. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2640-4/. Acesso em: 06 out. 2022.

GUELBERT, M. **Estratégia de gestão de processos e da qualidade**. Curitiba: IESDE Brasil, 2012. 148 p.

PMBOK. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®).** Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newton Square. Pensylvannia, USA: Third Edition, 2004.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 2:** gravitação, ondas e termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2009. Tradução e revisão técnica: Ronaldo Sérgio de Biasi.

HELDMAN, K. **Gerência de projetos:** guia para o exame oficial do PMI. 3.ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

IMAI, M. **Gemba Kaizen:** uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria contínua [recurso eletrônico] / Masaaki Imai; tradução: Rodrigo Dubal; revisão técnica: Altair Flamarion Klippel; coordenação: José Antonio Valle Antunes Junior. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **BS ISO 7919-5:2005: Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts** - Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants. Genova: ISO, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.**ISO_21940_31_2013: Vibração mecânica — Balanceamento do rotor - Parte 31: Suscetibilidade e sensibilidade das máquinas ao desbalanceamento.** Genova: ISO, 2013.

IOB - Informações Objetivas. Caderno do Imposto de Renda e Legislação Societária. **Avaliação de Estoques**. 49/99 Guia de Treinamento Programado à Distância IOB. 1983.

KRAUSS, G. **Steels:** Processing, Structure, and Performance, Ohio: ASM International, 2005.613 p.21

KRISHMAN, V.; ULRICH, K. T. Product Development Decisions: A Review of the Literature. **Management Science**, Austin/Texas: v.47, n. 1, p. 1-21, 2001.

KUREK, A. P. **Modificação da superfície de peças em PVC e blendas PVC/ABS para adesão de camadas metálicas.** 2014. 110f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2014.

LENZI, F. C.; KIESSEL, D. M.; ZUCCO, F. D. **Ação empreendedora:** como desenvolver e administrar o seu negócio com excelência. São Paulo: Gente, 2010.

LIRA, F. A. D. **Metrologia na Indústria**. São Paulo: Editora Saraiva, 2016. E-book. ISBN 9788536519869. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536519869/. Acesso em: 06 out. 2022.

LOPES DE SÁ, A. M. **Dicionário de contabilidade**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

MACHADO, M. C.; TOLEDO, N. N. **Gestão do processo de desenvolvimento de produtos: uma abordagem baseada na criação de valor**. São Paulo: Atlas, 2008.

MARQUES, P. V.; MODENESI, Paulo J.; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem fundamentos e tecnologia**. 4. ed. atual. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2016. 370 p.

MATAIX, C., 1986. **Mecânica de Fluidos Y Máquinas Hidráulicas**. 2 ed. Madrid: s.n.

MATA-LIMA, H. **Aplicação de ferramentas da gestão da qualidade e ambiente na resolução de problemas. Apontamentos da disciplina de sustentabilidade e impactos ambientais.** Universidade da Madeira (Portugal), 2007. Disponível em: <http://cee.uma.pt/hlima/Ambiente&Sociedade/04SGA_TRABALHO_EQUIPA.pdf. Acesso em: 25 setembro 2022.

MATTOS, E. E. d. & FALCO, R. d. **Bombas Industriais**. Rio de Janeiro: Inter ciência Ltda, 1998.

MODENESI, P. J.; MARQUES, P. V.; BRACARENSE, A. Q. **Introdução a Metalurgia da Soldagem**. Belo Horizonte: UFMG, 2012. Disponível em: http://demet.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2012/10/metalurgia.pdf

MÜLLER, A. C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books. 1995

NISHI, E. K. **Instrução de trabalho**. Londrina: Nishi eletromecânica, 2006a.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PASSOS, L. C. Apostila: Técnicas de instalação, operação, manutenção, testes e inspeção: pontes rolantes, guindastes giratórios e acessórios de movimentação de cargas. Make Engenharia, Acessória e Desenvolvimento. 2011.

PETRUZELLA, F. D. **Motores elétricos e acionamentos** [recurso eletrônico] /Frank D. Petruzella; tradução: José Lucimar do Nascimento; revisão técnica: Antônio Pertence Júnior. Dados eletrônicos. Porto Alegre: AMGH, 2013.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guia PMBOK®: **Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**, 6 ed. Pennsylvania: PMI, 2017.

RUDENKO, N. **Máquinas de elevação e transporte.** Tradução de João Plaza. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A. 1976.

SAHDEV, M., 2005. ***Centrifugal Pumps:*** *Basics Concepts of Operation, Maintenance, and Troubleshooting. Part I By: Mukesh Sahdev, Associate Content Writer Presented at The Chemical Engineers' Resource Page, www.cheresources.com.*

SANTOS, J. C. S.; LOPES, L. M. **Gestão de investimentos:** Intermediação financeira e firmas**.** São Paulo: Saint Paul Publishing (Brazil), 2022. E-book. ISBN 9786586407426. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786586407426/. Acesso em: 06 out. 2022.

SCOTTI, A.; PONOMAREV, V., **Soldagem MIG/MAG:** melhor entendimento, melhor desempenho. São Paulo: Artiliber Editora, 2008.

SILVA, A.; RIBEIRO, C. T.; DIAS, J.; SOUSA, L. **Desenho Técnico Moderno.** 4 ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2006. E-book. ISBN 978-85-216-2739-5. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2739-5/. Acesso em: 06 out. 2022.

SORDI, G. **Dimensionamento da viga principal de uma ponte rolante.** 2016. 59f. Tese (Graduação em Engenharia Mecânica). Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, Rio Grande do Sul. 2016.

SOUZA, R. D. **Balança Curie e Correntes de Foucault** – Instrumentação para o Ensino. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física, 2005.

TELMAC. **TELMAC Soluções Industriais e Agrícolas.** 2022. Catálogo eletrônico. Disponível em: http://www.telmac.com.br/redutores-de-velocidade.html. Acesso em setembro, 2022.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI –** enfrentando a escassez. São Carlos: Ed. Rima, 2003. 247p.

VALIM, D. B. **Usinagem** [recurso eletrônico] / Diego Batista Valim [Revisão técnica: Delmonte Friedrich]. – Porto Alegre: SAGAH, 2018.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de Projetos:** estabelecendo diferenciais competitivos. 5.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

VILAÇA, A. F. **Perfil de Perdas no Processo da Moagem de uma Usina de Pelotização de Minério de Ferro: Estudo de Caso da Vale Tubarão.** Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, 2020.

VILLAJULCA, J. C. **Curso Control de Motores Eléctricos**: frenado por contracorriente y por inyección de corriente continua. 2012. Disponível em: https://instrumentacionycontrol.net/frenado-por-contracorriente-y-por-inyeccion-de-corriente-continua/. Acesso em: 11 set. 2022 às 12:30.

VILLANI, P. **Soldagem - Fundamentos e Tecnologia**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788595156067. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595156067/. Acesso em: 06 out. 2022.

WILLIAM, D. C. JR. **Ciência e Engenharia de Materiais** - Uma Introdução. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2020. E-book. ISBN 9788521637325. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637325/. Acesso em: 06 out. 2022.