

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

PORTFÓLIO ACADÊMICO

MANUTENÇÃO E MELHORIA EM COMPONENTES E
PRENSAS HIDRÁULICAS PARA AMORTECEDORES

LEONARDO DORVAL COSTA DE OLIVEIRA
YURI GUEDES NASCIMENTO

LAVRAS - MG
2023

LEONARDO DORVAL COSTA DE OLIVEIRA
YURI GUEDES NASCIMENTO

PORTFÓLIO ACADÊMICO

MANUTENÇÃO E MELHORIA EM COMPONENTES E
PRENSAS HIDRÁULICAS PARA AMORTECEDORES

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

ORIENTADOR

Prof. Dr. Evandro Pereira da Silva

CONVIDADA

Profa. Dra. Isadora Cota Carvalho

PROFESSORA

Profa. Dra. Luciana Aparecida Gonçalves Oliveira

LAVRAS - MG
2023

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

O48m Oliveira, Leonardo Dorval Costa de.
Manutenção e melhoria de componentes e prensas hidráulicas para
amortecedores / Leonardo Dorval Costa de Oliveira, Yuri Guedes Nascimento. –
Lavras: Unilavras, 2023.

52f.:il.

Portfólio acadêmico (Graduação em Engenharia Mecânica) – Unilavras,
Lavras, 2023.

Orientador: Prof. Evandro Pereira da Silva.

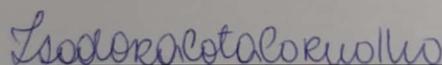
1. Manutenção. 2. Prensa hidráulica. I. Nascimento, Yuri Guedes. II. Silva,
Evandro Pereira da. (Orient.). III. Título.

Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS

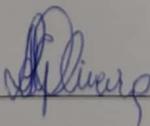
Portfólio intitulada " Manutenção e melhoria em componentes e prensas hidráulicas para amortecedores ", de autoria dos graduandos Leonardo Dorval Costa de Oliveira e Yuri Guedes Nascimento, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:



Prof. Dr. Evandro Pereira da Silva - UNILAVRAS (orientador)



Profa. Dr^a. Isadora Cota Carvalho - UNILAVRAS (Convidado)



Profa. Dr^a Luciana Aparecida Gonçalves Oliveira – UNILAVRAS (presidente da banca)

Aprovado em 11 de novembro de 2023.

Dedico este documento à minha amada esposa, aos meus filhos, à minha família e a todos os que estiveram comigo nesta jornada, pelo seu apoio inestimável e fé inabalável. Este momento marca o fim de uma fase, mas também o início de um capítulo emocionante para nós juntos.

Leonardo Dorval Costa de Oliveira

Dedico primeiramente a Deus que me guia e me sustenta, aos meus pais e toda minha família, a minha amada namorada Ana Beatriz e todos meus amigos do ministério universidades renovadas e de Barbacena.

Yuri Guedes Nascimento

AGRADECIMENTOS

É com o coração aberto que agradeço a todos que foram fundamentais para tornar possível a incrível jornada deste artigo. É difícil expressar plenamente a minha gratidão, mas quero reservar um momento para reconhecer algumas das forças que me impulsionam.

Sou profundamente grato a Deus, fonte de toda sabedoria e guia nas jornadas mais desafiadoras. Mesmo em tempos incertos, a sua presença contínua é uma âncora e inspiração para perseverar.

À minha querida Vanessa, aos meus filhos Felipe e Mariana, cujo apoio inabalável trouxe luz e alegria aos meus dias. Suas palavras de encorajamento foram como um farol, iluminando meu caminho nos momentos mais difíceis.

Aos amigos que estão ao meu lado para compartilhar risadas, compreensão e apoio mútuo. Sua presença tornou a jornada mais fácil e rica.

Agradeço a todos os professores cuja orientação sábia moldou meu conhecimento e me incentivou a prosseguir meus estudos, sua contribuição é muito importante para minha formação.

Para o orientador, o seu incentivo nas horas de incerteza e os seus conselhos inestimáveis ajudaram a moldar este trabalho de uma forma que eu nunca teria feito sozinho. Sua paciência e orientação tornaram esta jornada desafiadora mais tranquila e enriquecedora para mim.

A todos que acreditaram em mim, mesmo quando eu tive dúvidas sobre mim mesmo, suas palavras de fé continuaram me lembrando que eu era capaz de realizar grandes coisas.

Com amor e eterna gratidão.

Leonardo Dorval Costa de Oliveira

Agradeço primeiramente a Deus que conduz a minha vida e sustenta meus passos. Ao meu pai Wagner, minha mãe Leydinara, minhas irmãs Iara e Maria Clara, meu irmão Uriel e todos demais familiares onde sempre encontrei incentivo, apoio, amor e orações pela minha jornada.

A minha namorada Ana Beatriz que foi a pessoa mais importante em toda minha trajetória acadêmica por ser a mulher que sempre esteve ao meu lado cuidando de mim, no físico, no espiritual e no emocional, sendo nessa terra, o meu porto seguro, em todos os momentos alegres e difíceis.

Ao Ministério Universidades Renovadas e todos os servos e participantes que passaram por ele, por serem as pessoas que não me deixaram desistir e fizeram parte dos momentos mais alegres e felizes que pude viver em minha vida. Por todos grupos de oração, retiros, núcleos e viagens que vivi com eles.

Aos meus amigos de Barbacena, por serem as pessoas que sempre trouxeram alívio, paz e alegria para minha alma em todas as viagens que fiz para essa cidade que amo muito. De modo especial ao Rafael e Renata que são verdadeiros irmãos que Deus me presenteou.

Por todas as dificuldades, todas noites em claro, todas alegrias e aprendizados que obtive em minha jornada que me moldaram e me tornaram um profissional do reino.

Yuri Guedes Nascimento

“O coração do homem dispõe o seu caminho, mas é o Senhor que dirige seus passos”.

(Provérbios 16, 9)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Especificações dimensionais caminhão fora de estrada..... | 18 |
| Figura 2 - Rodas Motorizadas e Alternador de caminhão fora de estrada. | 20 |
| Figura 3 - Fluxograma do programa de troca de componentes..... | 21 |
| Figura 4 - Recebimento, desmontagem e inspeção técnica das peças. | 23 |
| Figura 5 – Gráfico do Programa de troca de componentes x Reforma Convencional. | 25 |
| Figura 6 – Gráfico de Estimativas Programa de troca x Reforma Convencional..... | 26 |
| Figura 7 - Prensa Hidráulica Vertical. | 28 |
| Figura 8 - Fluxograma de produção do tubo. | 29 |
| Figura 9 - (A) Matéria prima em forma de varetas; (B) Serra de corte circular CNC. | 30 |
| Figura 10 - Principais componentes da prensa hidráulica. | 31 |
| Figura 11 - Principais componentes ferramentais da prensa; (A) Matriz de Redução; (B) Extrator do tubo; (C) Eixo; (D) Punção. | 31 |
| Figura 12 - (A) Tubo inserido no eixo com inclinação de 60°; (B) Tubo inserido no eixo com inclinação de 90°; (C) Mesa superior abaixando e indo de encontro ao tubo para reduzir; (D) Tubo preso na matriz após sofrer redução no diâmetro da extremidade. | 33 |
| Figura 13 - (A) Tubos cortados; (B) Tubo acabado. | 35 |
| Figura 14 - (A) Desenho 3D do extrator; (B) Desenho 2D do extrator. | 38 |
| Figura 15 - (A) Desenho 3D do eixo guia; (B) desenho 2D do eixo guia. | 39 |
| Figura 16 - (A) Desenho 3D do punção; (B) Desenho 2D do punção. | 40 |
| Figura 17 - Barra de aço VND usada na confecção das ferramentas. | 41 |
| Figura 18 - Usinagem do extrator. | 43 |
| Figura 19 - Peças finalizadas. | 43 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Níveis de reparo – Roda Motorizada e Alternador. | 17 |
|--|----|

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-------|--|
| REMAN | Remanufaturado pelo fabricante |
| CAPEX | Despesas de Capital (do inglês - <i>Capital Expenditure</i>) |
| CA | Corrente alternada |
| CC | Corrente contínua |
| CPH | Custo por hora |
| CRK | Centro de reparos |
| CNC | <i>Computer Numeric Control</i> |
| CAD | <i>Computer-aided design</i> |
| D2 | Segundo tipo de aço dentro da categoria “D” (Trabalhos a frio) |
| VC | <i>Aço da categoria AISI D6</i> |
| VND | <i>Aço da categoria AISI O1</i> |
| PDCA | <i>Plan do check act</i> |
| MASP | <i>Método de Análise e Solução dos Problemas</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | DESENVOLVIMENTO..... | 15 |
| 2.1 | Desenvolvimento do aluno Leonardo Dorval Costa de Oliveira | 15 |
| 2.1.1 | Apresentação do local das vivências..... | 15 |
| 2.1.2 | Vivências do aluno..... | 15 |
| 2.1.3 | Programa..... | 15 |
| 2.1.3.1 | Objetivo do programa..... | 16 |
| 2.1.3.2 | Escopo do programa..... | 16 |
| 2.1.3.3 | Equipamentos e componentes..... | 18 |
| 2.1.3.4 | Fluxo do programa | 21 |
| 2.1.3.5 | Aplicação na prática | 22 |
| 2.1.3.6 | Resultados | 24 |
| 2.2 | Desenvolvimento do aluno Yuri Guedes Nascimento..... | 27 |
| 2.2.1 | Local de estágio..... | 27 |
| 2.2.2 | Processo de fabricação do tubo | 28 |
| 2.2.3 | Identificação e análise do problema | 35 |
| 2.2.4 | Desenho 3D e 2D dos novos ferramentais | 37 |
| 2.2.5 | Escolha do material | 41 |
| 2.2.6 | Manufatura das peças | 42 |
| 3 | AUTOAVALIAÇÃO | 45 |
| 3.1 | Autoavaliação do aluno Leonardo Dorval Costa de Oliveira | 45 |
| 3.1.1 | Desenvolvimento profissional | 45 |
| 3.1.2 | Desenvolvimento pessoal..... | 45 |
| 3.1.3 | Perspectiva de formação continuada..... | 45 |
| 3.2 | Autoavaliação do aluno Yuri Guedes Nascimento..... | 46 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.2.1 | Desenvolvimento profissional | 46 |
| 3.2.2 | Desenvolvimento pessoal | 46 |
| 3.2.3 | Perspectiva de formação continuada..... | 46 |
| 4 | CONCLUSÃO | 48 |
| | REFERÊNCIAS | 50 |

1 INTRODUÇÃO

O presente portfólio apresenta as experiências vivenciadas por alunos de engenharia mecânica no decorrer do curso como parte do processo formativo.

Eu, Leonardo Dorval Costa de Oliveira, natural de Perdões – MG, atualmente trabalho em Belo Horizonte – MG em uma empresa do ramo da indústria de equipamentos para mineração. O objetivo desse portfólio é apresentar esses equipamentos em operação, suas funcionalidades e características que me fizeram escolher o curso de Engenharia Mecânica.

Apresento nesse relatório minhas vivências onde pude participar e colaborar com o programa de troca de componentes na empresa cujo objetivo principal foi utilizar técnicas de engenharia e financeiras para redução de custos em reformas de componente de equipamentos de caminhões fora de estrada.

Atualmente estou estudando na Fundação Educacional de Lavras / Centro Universitário de Lavras, com o presente trabalho pretendo obter a graduação em Engenharia Mecânica. Ao longo do meu caminho acadêmico permaneci envolvido em vários projetos que reforçaram a minha paixão pela engenharia.

Olhando para o futuro, sinto-me muito entusiasmado com os desafios que a Indústria 4.0 traz para nós, engenheiros mecânicos. Estou particularmente interessado em explorar soluções sustentáveis e inovadoras que integrem inteligência artificial e aplicação mecânica avançada.

Eu, Yuri Guedes Nascimento, tenho como objetivo apresentar o processo de construção de novos componentes ferramentais de uma prensa hidráulica de redução de tubos de amortecedores automotivos, após serem analisados e identificados problemas nos mesmos e durante a minha vivência de estágio em uma empresa localizada na cidade de Lavras no sul de Minas Gerais.

Atualmente sou aluno do Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS, mas cursei grande parte da minha graduação na Universidade Federal de Lavras – UFLA. Em março de 2023 realizei minha transferência para o UNILAVRAS por entender que seria o melhor para alcançar os objetivos que estabeleci para minha vida pessoal e profissional. Ao longo de minha trajetória acadêmica estive envolvido em núcleos de estudo, projetos de extensão e diversas outras atividades, onde pude adquirir grande

bagagem de conhecimentos que me ajudaram a chegar até aqui para obtenção do meu título de graduação em Engenharia Mecânica.

Como futuro engenheiro mecânico me sinto motivado e encorajado a abraçar os desafios que a indústria apresentará a mim para resolução de problemas e desenvolvimento de novas tecnologias. Para isso, acredito que seja essencial me manter sempre atualizado observando as necessidades do mercado, acompanhando suas tendências e mantendo sempre uma incessante busca por conhecimento.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Desenvolvimento do aluno Leonardo Dorval Costa de Oliveira

2.1.1 Apresentação do local das vivências

Atualmente trabalho em uma empresa situada na cidade de Lagoa Santa – MG e Belo Horizonte – MG, onde trabalho há mais de 17 anos. A empresa é uma multinacional de origem Japonesa, atualmente uma das maiores fabricantes de equipamentos mundo, e a maior da linha fora de estrada (*off-road*), direcionada principalmente para aplicação de equipamentos na mineração. Globalmente possui um efetivo de mais de 70.000 funcionários e está presente em todos os continentes, com participações em vendas, operações, serviços e pós-vendas.

2.1.2 Vivências do aluno

Atualmente, atuo como Gerente de planejamento de produtos, sendo responsável pela área de planejamento no Brasil. Minhas atividades focam em fornecimento de peças e componentes, REMAN (remanufaturados pelos fabricantes), importação e exportação. Obtive também experiências anteriores com atuação em compras de matéria prima, áreas de manutenção mecânica e equipamentos elétricos, manutenção e montagem de equipamentos de mineração e leitura e interpretação de desenhos técnicos.

2.1.3 Programa

O programa de troca de componentes visa utilização da técnica de análise de aproveitamento de peças – *Parts Salvage* – técnica que agrupa importantes ações de engenharia de produto, rigorosos parâmetros de inspeções de melhores conceitos. Também temos o fornecimento de estoque (componentes reservas) para reposição, que atendam às demandas de maneira planejada e otimizada. Este estoque é de propriedade da empresa, gerando uma redução de Capital de Investimento (*Capital*

Expenditure) – CAPEX – para o cliente. O foco é reduzir os custos com reformas e melhorar a rotatividade dos componentes dos caminhões fora de estrada em operação na mineração. Para isso, foram selecionados os componentes intitulados rodas motorizadas e alternador como parte do programa de troca de componentes.

2.1.3.1 Objetivo do programa

O principal objetivo desse programa é reduzir o custo por hora – CPH – dos caminhões fora de estrada, isentando o cliente de realizar investimentos em componentes CAPEX, otimizar o estoque e os custos com reparo, aumentar a disponibilidade e reduzir o tempo de entrega dos componentes.

2.1.3.2 Escopo do programa

Nesse momento, como fabricantes, é indicada a manutenção preventiva como a melhor estratégia para gestão e troca dos componentes. As rodas e alternador possuem uma vida útil estimada, baseada em vários estudos das fábricas e históricos de reformas.

Cada caminhão fora de estrada tem embarcado seu medidor de operação em horas trabalhadas, o qual chamamos de horímetro. Com base nesse indicador distribuimos, na Tabela 1, os horímetros (momento ótimo) onde os componentes deverão ser reformados, e assim denominados os Níveis de reforma de acordo com a faixa de horímetro – L1, L2 e L3.

Tabela 1 - Níveis de reparo – Roda Motorizada e Alternador.

| Componente | Nível reforma | Horas trabalhadas | % Valor novo componente |
|-----------------|---------------|-------------------|-------------------------|
| Roda Motorizada | L1 | 22.000 - 25.000 | 23% |
| | L2 | 42.000 – 45.000 | 43% |
| | L3 | 60.000 – 62.000 | 10 |
| Alternador | L1 | 22.000 - 25.000 | 18% |
| | L2 | 42.000 – 45.000 | 42% |
| | L3 | 60.000 – 62.000 | 15% |

Fonte: Do Autor (2023).

Asjad e Khan (2017) acreditam que a gestão de ativos é um dos métodos para melhorar a produtividade através da redução de custos podendo ser vista como uma estratégia de gestão para diferentes estágios do custo por hora dos ativos.

De acordo com Kardec e Nascif (2009):

A Manutenção existe para que não haja manutenção; estamos falando da manutenção corretiva não planejada. Isto parece paradoxal à primeira vista, mas, numa visão mais aprofundada, vemos que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido onde, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las (p. 9).

Como sugerido por Costa (2013), a manutenção monitora variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos com o objetivo de determinar as melhores oportunidades de intervenção para maximizar a utilização dos ativos.

Será possível para o cliente reduzir o investimento em peças sobressalentes, o que irá reduzir o CPH do caminhão fora de estrada. Além disso, ocorrerá um melhor gerenciamento da troca de componentes planejados entre a empresa e o cliente e a possibilidade de aumento da disponibilidade do componente. Entretanto, a decisão final da substituição será do cliente.

Esse tópico pode ser relacionado com a disciplina de Elementos de Máquinas e Manutenção, onde conhecemos e entendemos sobre as aplicações, funcionalidades e importância dos principais componentes e sobre as estratégias de manutenções preventivas. Também Mecânica Aplicada, pelos estudos de sistemas de reformas e limites de aplicação de peças e componentes.

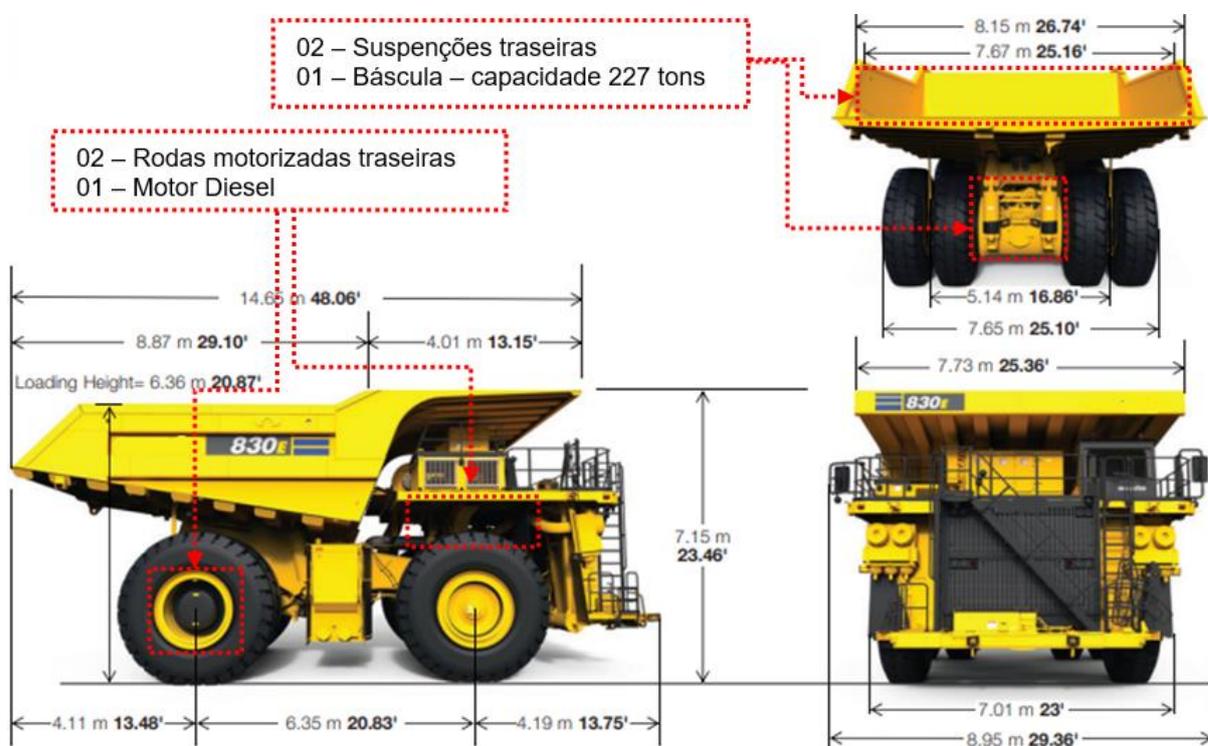
2.1.3.3 Equipamentos e componentes

Equipamentos

O programa de troca de componentes foi desenvolvido para um caminhão fora de estrada eletrodiesel, equipado com motorização diesel de 16 cilindros em V, 2.500 cv de potência e capacidade de carga de 227 toneladas.

A Figura 1 apresenta o equipamento que é considerado eletrodiesel por possuir um (01) motor Diesel, um (01) Alternador e dois (02) motores elétricos acoplados nas duas rodas traseiras (motores de tração por indução), chamadas de rodas motorizadas. Possui também sistema de suspensões hidropneumáticas e cilindro hidráulico de elevação da balsa para descarregamento de materiais.

Figura 1 - Especificações dimensionais caminhão fora de estrada.



Fonte: SMS Equipment (2023).

Os caminhões fora de estrada são dispositivos conhecidos por sua enorme capacidade, resistência e tamanho, que são incomuns e, portanto, é impossível utilizá-

los em rodovias ou em nossas ruas diariamente, e possuem mecânica especialmente fabricadas e com propriedades para trabalhos pesados (RICARDO; CATALANI, 2007).

Segundo Fonseca (2009), os caminhões fora de estrada são utilizados para transportar materiais sólidos em curtas e médias distâncias na indústria de mineração, principalmente a céu aberto. Eles geralmente apresentam pesagem a bordo, que fornece ao operador o peso real enquanto o caminhão está sendo carregado.

Borges (2013) acredita que a combinação de caminhões com escavadeiras ou carregadeiras perfeitas pode agilizar a operação de transporte do minério até os britadores distribuídos pela mina, otimizando assim a produtividade e principalmente reduzindo os custos de produção.

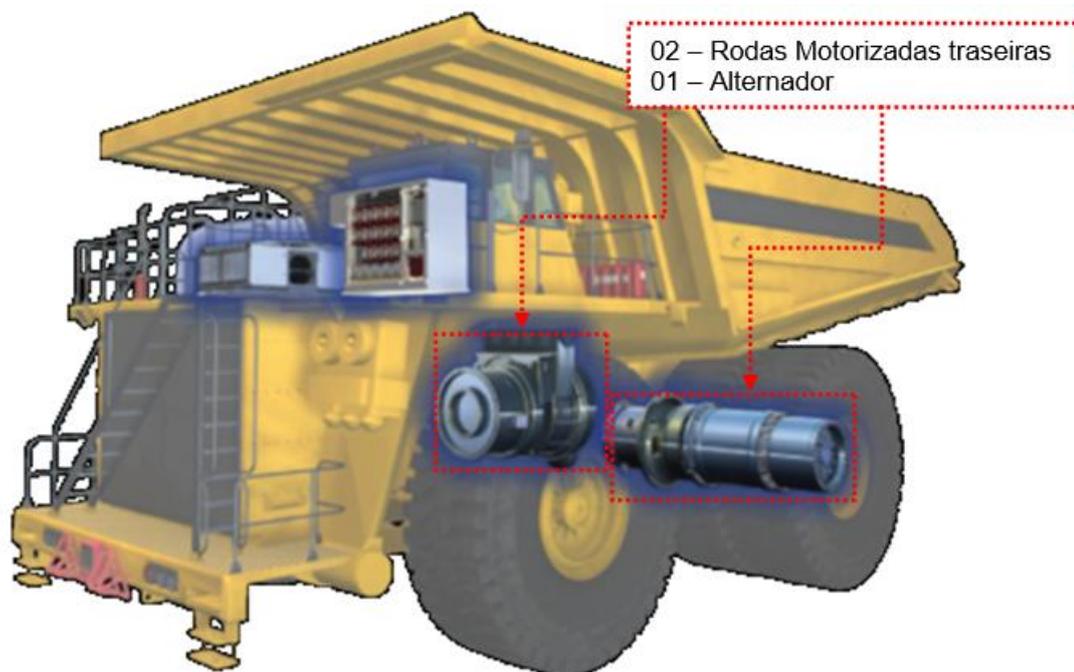
O assunto abordado sobre os componentes de caminhões fora de estrada, pode ser relacionado com a disciplina de Elementos de Máquinas, onde conhecemos e entendemos sobre as aplicações, funcionalidades e importância dos principais componentes e peças para montagem de equipamento desse porte e complexidade. Pode-se correlacionar também com a disciplina de Eletrotécnica e Eletricidade, onde conhecemos sobre Máquinas elétricas rotativas, circuitos e acionamentos elétricos em geral.

Componentes

Os componentes contemplados no programa de trocas foram, Rodas Motorizadas e Alternador. Como mencionado anteriormente, a empresa manterá um estoque determinado desses componentes para iniciar o giro das reformas conforme o plano e vida útil dos ativos em operação do cliente.

A seguir, na Figura 2, destaca-se os componentes do programa. Sabe-se que esses componentes desempenham um papel importante em um caminhão *off-road* e chamamos isso de trem de força. Segundo Operation (2023), o conjunto de componentes responsáveis pela geração e transmissão de força ao solo para possibilitar a partida do dispositivo é denominado trem de força. Haim (2011) classificou os elementos de transmissão de potência do virabrequim do motor aos freios das rodas como um trem de força.

Figura 2 - Rodas Motorizadas e Alternador de caminhão fora de estrada.



Fonte: Adaptado de Wabtec Corporation (2023).

No Manual de Oficina da America Corporation Komatsu (2006) é mostrado como funciona o sistema de tração desses caminhões durante a propulsão. O manual mostra que, quando o motor diesel está funcionando, ele aciona um alternador que gira em linha com o motor, gerando corrente alternada (CA) e transmitindo-a para o gabinete principal (AMERICA CORPORATION KOMATSU, 2006).

Petruzella (2013), os motores elétricos utilizam campos magnéticos interativos para converter energia elétrica em energia mecânica. Os motores elétricos são utilizados em diversas operações em áreas residenciais, comerciais e industriais.

Os caminhões elétricos a diesel também são equipados com sistema de desaceleração dinâmica que, conforme America Corporation Komatsu (2006), é responsável por reduzir a aceleração do caminhão em condições normais de operação ou controlar a velocidade em descidas. Quando o operador retira o pé do acelerador, os motores das rodas giram devido à inércia das rodas, transformando o motor em um gerador.

A Figura 2 pode ser relacionada com a disciplina de Eletrotécnica e Eletricidade, onde conhecemos sobre Máquinas elétricas rotativas, acionamentos elétricos, além de conversões de correntes contínua (CC) em corrente alternada (CA) por meio de

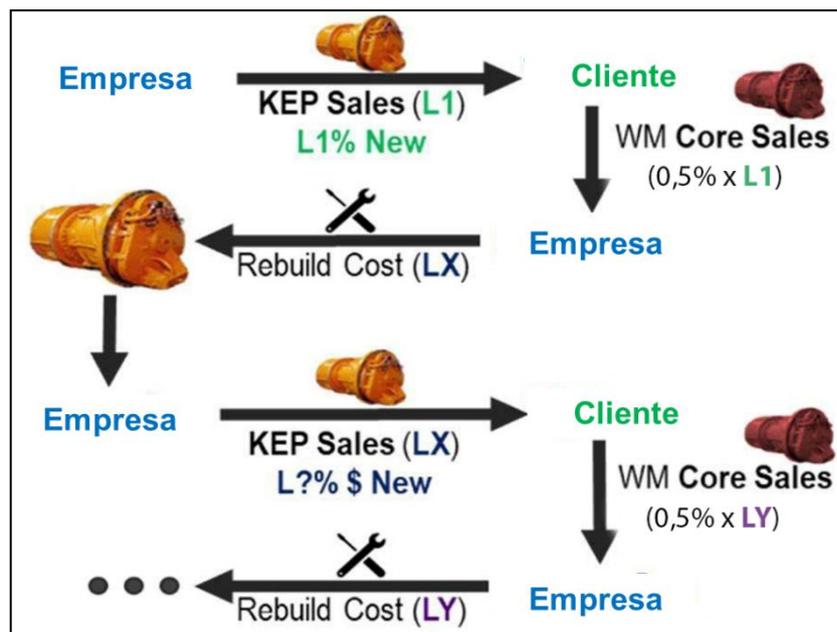
inversores. Também se tem referência com a disciplina Mecânica Aplicada, pelos estudo e montagem das engrenagens e seus conjuntos rotativos.

2.1.3.4 Fluxo do programa

O programa é dividido em categorias de aplicação, que dependerá do nível de reparo requerido e condições dos componentes. Quanto maior a vida operacional do equipamento, maior a porcentagem do valor de aquisição do componente em relação a um novo.

O programa será aplicado na rotatividade dos componentes que serão reformados. Em termos gerais, a Figura 3 ilustra a estrutura dessa operação.

Figura 3 - Fluxograma do programa de troca de componentes.



Fonte: Do Autor (2023).

No início do ciclo, a empresa irá fornecer o componente com o preço percentual de um novo, este componente estará por exemplo no Nível L1. Por outro lado, o cliente venderá o componente usado pelo percentual de 0,5% do valor de um L1 para ser revisado e reformado no Nível L1 em questão.

O próximo componente a ser entregue será exatamente o que foi reformado no momento anterior, vendido pelo cliente, gerando assim os ciclos de operação do programa.

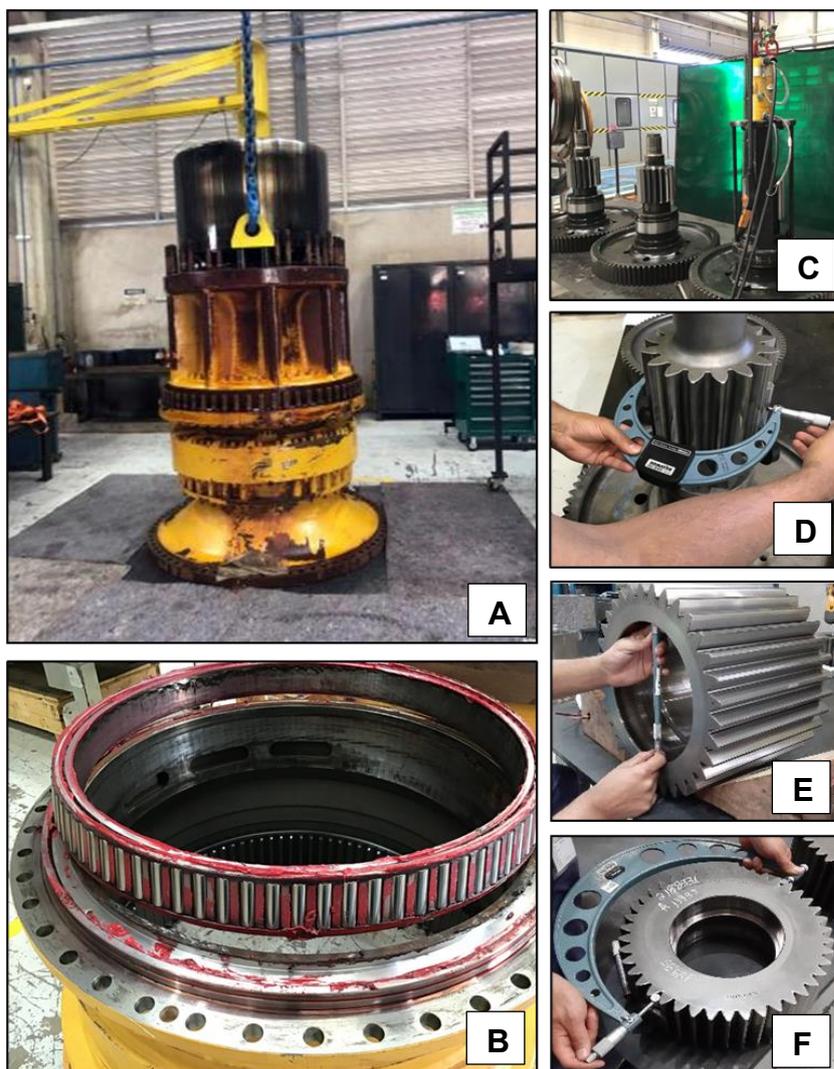
O entendimento dos fluxos de processo de manutenção, a análise e determinação de custos podem ser relacionados com as disciplinas de Manutenção e Gestão de investimentos, onde aplica-se parâmetros e estratégias de troca de peças e as análises de investimentos em estoque e de cada custo envolvido no processo como um todo e também pode-se relacionar com a Gestão de Projetos, onde aplica-se os estudos de fluxogramas de processos.

2.1.3.5 Aplicação na prática

Os padrões de reformas foram amplamente revisados e discutidos envolvendo equipes multidisciplinares e contou com o apoio de diversos departamentos na empresa como: planejamento de produto, CRK (Centro de reparos) e engenharia de produto. Podemos verificar parte desse processo na Figura 9.

O programa foi implementado e já foram reformados pelo programa nove componentes desde 2021, compostos por sete rodas motorizadas e dois alternadores. Todos os componentes foram recebidos dentro do primeiro nível de reforma (L1).

Figura 4 - Recebimento, desmontagem e inspeção técnica das peças.



Fonte: Do Autor (2023).

Como indicado na Figura 4, temos exemplos de partes do processo técnico de reforma de uma roda motorizada passando pelo procedimento de inspeção visual e dimensional (figura 4A, 4D, 4E e 4F), testes de desmontagem (figura 4B), montagem e aplicação das ferramentas e implementos (figura 4C), inspeção para verificação de trincas, consultas técnicas de catálogos a rolamentos e outras peças, dentre outras criteriosas análises.

Todos esses parâmetros estão listados e catalogados nos livros de inspeção e testes criados pela equipe técnica, aprovados pelo time de engenharia e apresentados ao cliente.

De acordo com Wandeck e Sousa (2008), a geometria de um produto é um pré-requisito para segurança, montagem e aplicabilidade, funcionalidade e estética. Portanto, deve-se utilizar linguagem apropriada para especificações geométricas e tolerâncias dimensionais.

A inspeção dimensional visa manter o controle total de todos os resultados do procedimento, onde deve sempre estar dentro dos padrões pré-estabelecidos, sendo assim uma atividade parte e integrada ao sistema de fabricação, separando as peças 'não conformes' e garantindo assim o controle de qualidade. Para isso, deverá ser utilizado o Plano de inspeção, que indicará quais elementos devem ser inspecionados e quais instrumentos devem ser utilizados para inspeção (MAZIERO, 1998).

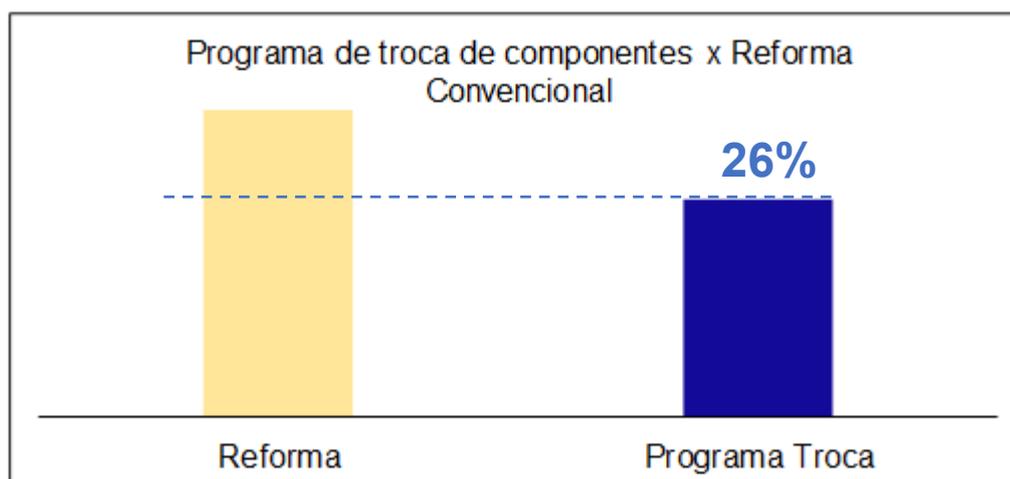
Se um rolamento estiver danificado, ele produzirá um sinal em uma frequência característica quando a superfície interna de seus corpos rolantes -sejam as pistas ou os próprios corpos rolantes - for danificada. Essas repetições são indicadas e nomeadas como frequências de falha (GRANEY; STARRY, 2012).

A Figura 4 pode ser relacionada com as disciplinas de Desenho técnico e Metrologia, onde se norteia e instrui sobre as partes dimensionais das peças e componentes, conhecemos e estudamos sobre tolerâncias e instrumentos de medições. Também se tem referência com Mecânica Aplicada e Usinagem, pelos estudo e montagem das engrenagens e seus conjuntos rotativos e conhecimentos dos níveis de acabamento das componentes e peças.

2.1.3.6 Resultados

Na Figura 5 encontra-se os dados obtidos nas reformas do programa de trocas comparadas com dados históricos de reformas convencionais, ou seja, sem a variável do horímetro indicado (momento ótimo) e sem utilização da técnica avançada de análise de aproveitamento de peças (*Parts Salvage*).

Figura 5 – Gráfico do Programa de troca de componentes x Reforma Convencional.



Fonte: Do Autor (2023).

Obteve-se com o programa de troca de componentes uma economia de 26%, valor muito expressivo com o início das reformas pelo programa de troca de componentes quando comparado com os dados históricos de custos de reformas convencionais.

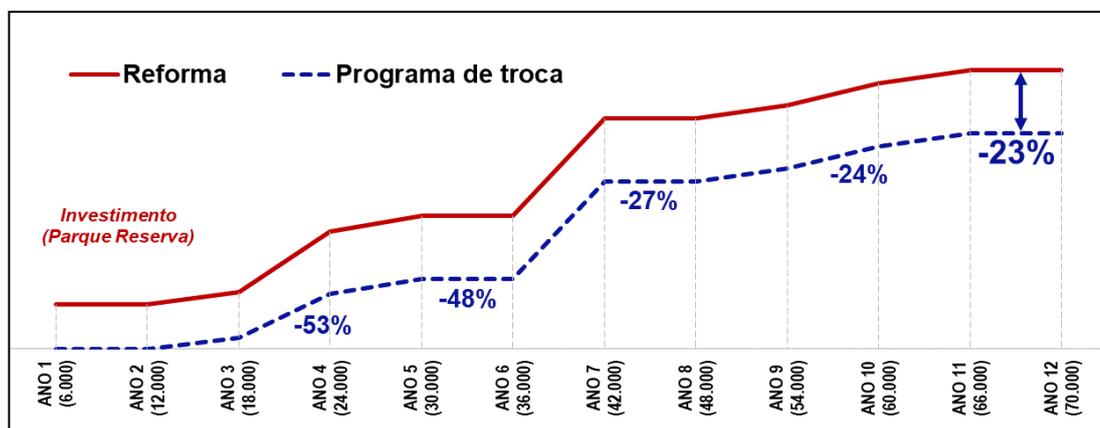
Existem também outros fatores e melhorias que não são fáceis de serem mensurados, como: o maior controle e rastreabilidade dos componentes, garantia da qualidade nas reformas, utilização de peças genuínas e procedimentos de acordo com o fabricante, expressivas reduções de prazos desde o planejamento à execução da reforma, pelo fato das antecipações de peças e alocação de mão de obra planejada, dentre outros.

Como parte da progressão do projeto, com toda essa carga de informações, confirmações e amostragem de dados, partiu-se para a previsão e estudo da redução de CPH, tendo como base a economia com as reformas do programa de troca de componentes somadas às economias do investimento em CAPEX, ou seja, componentes reservas que deveriam ser adquiridos pelos clientes considerando os caminhões fora de estrada (duas Rodas Motorizadas, dois Alternadores).

Se tratando de previsões, pode-se observar na Figura 6 que, de acordo com estudos e bases de dados, temos uma previsão de economia de 23% no CPH. Este valor considera uma vida útil de 70.000 horas para os caminhões em operação com as reformas de acordo com os termos e condições do programa de troca de

componentes, assim como a redução do investimento de CAPEX em componentes reservas por parte do cliente.

Figura 6 – Gráfico de Estimativas Programa de troca x Reforma Convencional.



Fonte: Do Autor (2023).

Para que toda essa previsão de redução de CPH seja consolidada, é necessário garantir grande adesão aos termos e obrigações do programa de troca de componentes e ações de controle, buscando sempre a melhoria contínua no programa para não incorrer em alguma falha diante desse longo processo e execução.

É muito importante salientar que o programa de troca de componentes utiliza a manutenção preventiva como plano principal.

Kardec e Nascif (2009) enfatizam claramente que, por um lado, se a manutenção preventiva permite uma boa gestão das atividades, equilíbrio de recursos e previsibilidade do consumo de materiais e peças de reposição, por outro lado, facilita a retirada dos equipamentos utilizados para realizar atividades programadas, dispositivo ou sistema operacional.

Xenos (1998) destaca a vantagem do uso da manutenção preventiva:

(...) a frequência de falhas diminui, a disponibilidade dos equipamentos aumenta e também diminuem as interrupções inesperadas da produção. Ou seja, se considerarmos o custo total, em várias situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata que a manutenção corretiva, pelo fato de se ter domínio das paradas dos equipamentos, ao invés de se ficar sujeito às paradas inesperadas por falhas nos equipamentos (p. 24).

Por fim, Kardec e Nascif (2009) também citam que os fabricantes nem sempre informam dados precisos para uso em programas de manutenção preventiva. Além disso, as condições ambientais e operacionais afetam significativamente a

degradação dos equipamentos. Portanto, a frequência de manutenção deve ser especificada para cada equipamento.

Pode-se correlacionar esse tópico com as disciplinas de manutenção e gestão de investimentos, por estarem diretamente ligadas aos planos de manutenção preventivas, bem como pelas análises dos processos e de determinação e medição do CPH dos equipamentos. Também pode-se relacionar com a Gestão de Projetos, onde aplica-se os estudos de fluxo e projeção para os equipamentos.

2.2 Desenvolvimento do aluno Yuri Guedes Nascimento

2.2.1 Local de estágio

Durante parte da minha graduação em Engenharia Mecânica, pude vivenciar um período de estágio em uma empresa do setor automotivo, localizada na cidade de Lavras, no Sul de Minas Gerais. A empresa em questão é especializada na produção de estampados metálicos, conjuntos soldados e no corte, expansão e redução de tubos de amortecedores automotivos. Desses três principais setores produtivos da empresa, o escolhido para desenvolver meu trabalho foi o de produção de tubos para amortecedores automotivos, que é feito por uma empresa coligada à que faço parte. O objetivo do trabalho apresentado a seguir, é mostrar o desenvolvimento de melhorias feitas em componentes ferramentais de uma prensa hidráulica vertical, representada na Figura 7, usada para a redução do diâmetro da extremidade de tubos reservatório de amortecedores automotivos.

De acordo com Kiminami, Castro e Oliveira (2013), as prensas hidráulicas verticais são mais utilizadas em processos de extrusão a frio e são menos espaçosas do que as horizontais, uma vez que sua ocupação horizontal é reduzida em detrimento de sua maior ocupação na vertical. No entanto sua desvantagem consiste em uma menor capacidade produtiva do que aquelas usadas para extrusão a quente que possuem maior espaço para a disposição do tubo. Como esse processo não é realizado a quente, não interfere significativamente nesse processo.

Figura 7 - Prensa Hidráulica Vertical.



Fonte: Do Autor (2023).

Para compreender e poder analisar o funcionamento desse tipo de prensa foi necessário aplicar conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Processos de fabricação, Fenômenos dos transportes e Máquinas de fluxo por se tratar de uma prensa hidráulica.

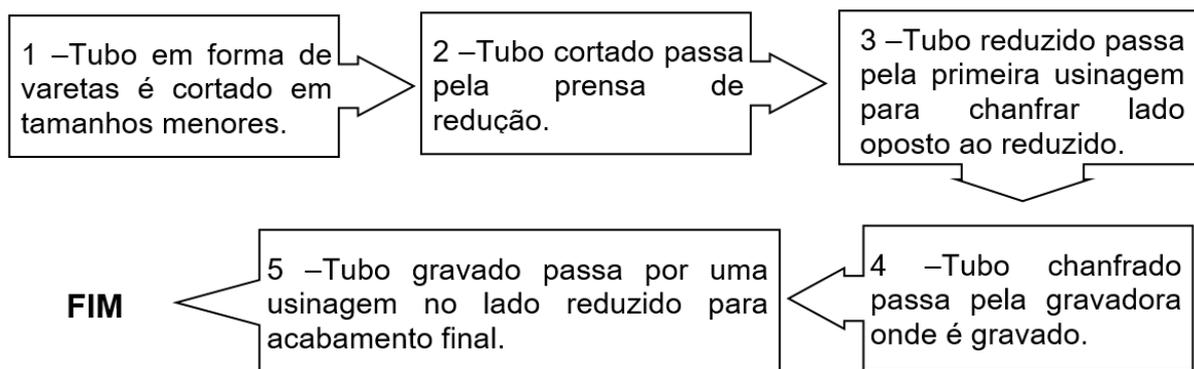
2.2.2 Processo de fabricação do tubo

O processo de fabricação de tubos de amortecedores automotivos pode passar por muitas etapas, como de corte, expansão ou redução, usinagens e gravação. Não são necessariamente todos os tubos que passam por esses processos, pois há variação de acordo com o produto fabricado em suas especificações técnicas e visual. Apesar de alguns produtos produzidos pela empresa serem um conjunto completo soldado, entre estampados e tubos que forma o que denominamos como “ferragem” de amortecedores automotivos, nos limitaremos a abordar somente a da produção de um único tubo reservatório de amortecedor que é tema desse trabalho. É atribuído ao

tubo reservatório, a função de compensar as mudanças do volume de óleo que ocorrem, devido o deslocamento axial da haste do pistão (FIORETTI; IEZZO, 2007).

A produção do tubo reservatório, na empresa onde realizei meu estágio, passa por diversas etapas, as quais pode ser vista no fluxograma apresentado na Figura 8

Figura 8 - Fluxograma de produção do tubo.



Fonte: Do Autor (2023).

A matéria prima que chega na empresa em forma de varetas com cerca de 6 metros de comprimento como mostra a Figura 9a. O tipo de Matéria prima utilizada nesse tipo de produto, se trata de uma categoria de aço de alta resistência usado nestas aplicações para suportar os altos esforços mecânicos envolvidos em um sistema de amortecedores. A vareta passa por um processo de corte, feito em serras de corte circular nas máquinas denominadas CNC, representada na Figura 9b, as quais são programadas para cortar a dimensão do comprimento, de acordo com o produto que está sendo fabricado.

Figura 9 - (A) Matéria prima em forma de varetas; (B) Serra de corte circular CNC.



A

B

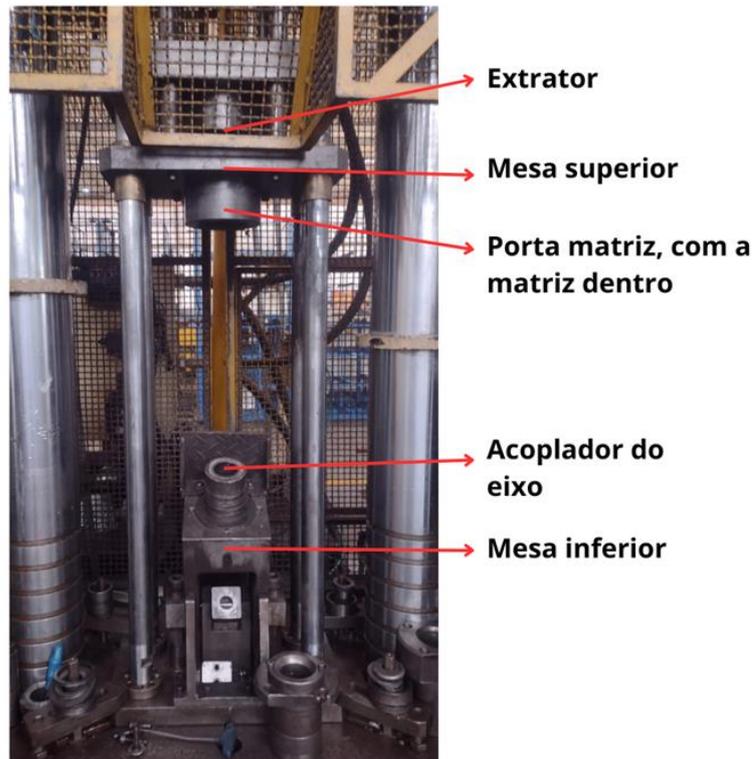
Fonte: Do Autor (2023).

O termo CNC vem do inglês “*Computer Numeric Control*” que significa “Controle numérico computadorizado”. O CNC é um método que usa de códigos dados pela combinação de letras e números, para gerar um sinal de saída, que movimenta a máquina conforme o programado (BEZERRA, 2018). Desse modo, o uso de serras de corte CNC possibilita alta capacidade produtiva e precisão elevada de corte.

Para compreender e poder analisar o funcionamento desse tipo de serra foi necessário aplicar conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Processos de fabricação e linguagem de programação.

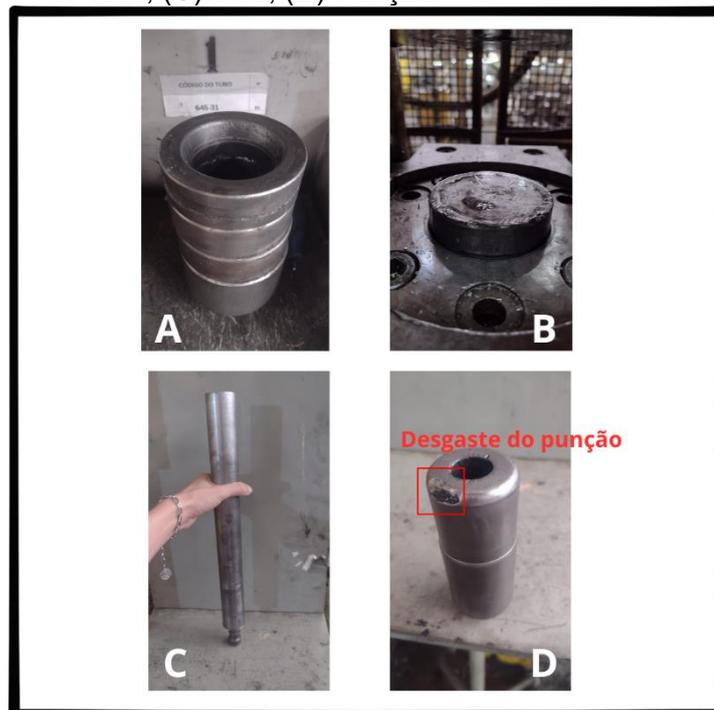
Os cilindros de tubos gerados no processo de corte são encaminhados para uma prensa hidráulica vertical de redução, que é composta por uma mesa inferior, onde se acopla um conjunto composto por um eixo e um punção, e uma mesa superior onde fica alojada a matriz de redução e um extrator. Todos os elementos da máquina e os componentes ferramentais são representados na Figura 10 e na Figura 11, respectivamente.

Figura 10 - Principais componentes da prensa hidráulica.



Fonte: Do Autor (2023).

Figura 11 - Principais componentes ferramentais da prensa; (A) Matriz de Redução; (B) Extrator do tubo; (C) Eixo; (D) Punção.



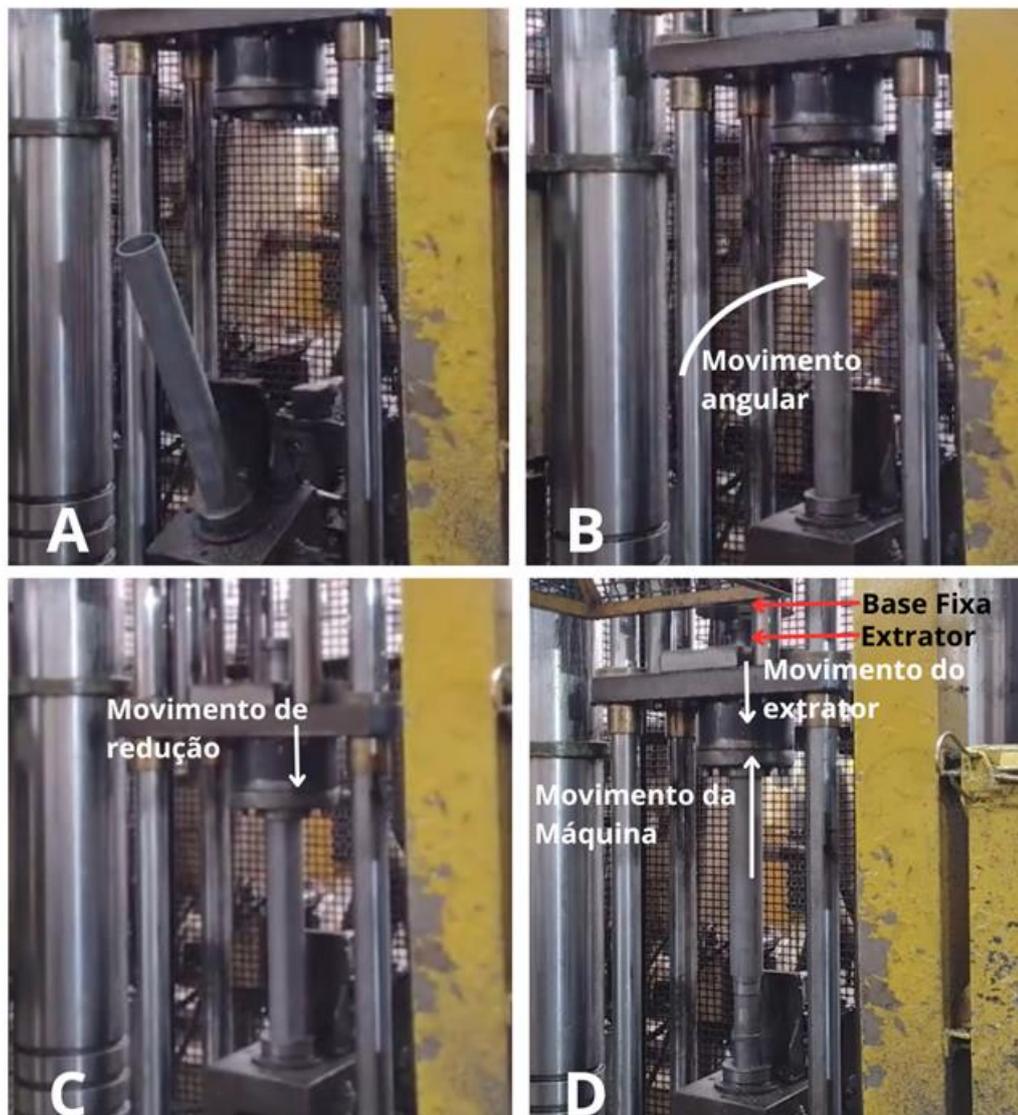
Fonte: Do Autor (2023).

O tubo é introduzido no eixo, que tem o punção fixado em sua ponta, onde este funciona como um limitador de diâmetro interno do tubo, que passará por redução. Já o eixo funciona como um guia, que tem a função de guiar o tubo até a posição correta, para ser reduzido, e também posicionar o punção acoplado em sua ponta, na altura ideal para a redução.

Para compreender e analisar todos esses elementos tive que aplicar conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Elementos de Máquina e Processos de Fabricação I e II

Inicialmente, o conjunto de eixo e punção se encontra em uma posição formando ângulo de 60° , como representado na Figura 12a. Ao introduzir o tubo e acionar a máquina, o eixo se move, guiando o tubo introduzido para uma posição que forma um ângulo de 90° com a mesa inferior da máquina, e se alinha de forma concêntrica à matriz de redução, que se encontra na mesa superior logo acima, conforme representado na mostrado na Figura 12b. Ao atingir a posição adequada, a mesa superior da máquina se move verticalmente para baixo, introduzindo e pressionando a extremidade superior do tubo contra uma matriz de redução, representado na Figura 12c.

Figura 12 - (A) Tubo inserido no eixo com inclinação de 60°; (B) Tubo inserido no eixo com inclinação de 90°; (C) Mesa superior abaixando e indo de encontro ao tubo para reduzir; (D) Tubo preso na matriz após sofrer redução no diâmetro da extremidade.



Fonte: Do Autor (2023).

Ao ser pressionado contra a matriz com uma carga de cerca de 4 toneladas, o tubo passa por uma espécie de processo de extrusão, onde, o diâmetro do tubo em contato com a mesma, reduz até o diâmetro limitado pelo eixo e punção, que estão inseridos internamente ao tubo. A extrusão pode ser entendida como um processo que visa obter um produto com a seção transversal reduzida utilizando da aplicação de uma força de compressão sobre o produto, a frio ou a quente, forçando-o a passar por

uma matriz que possui um diâmetro menor e com o formato desejado (KIMINAMI; CASTRO; OLIVEIRA, 2013).

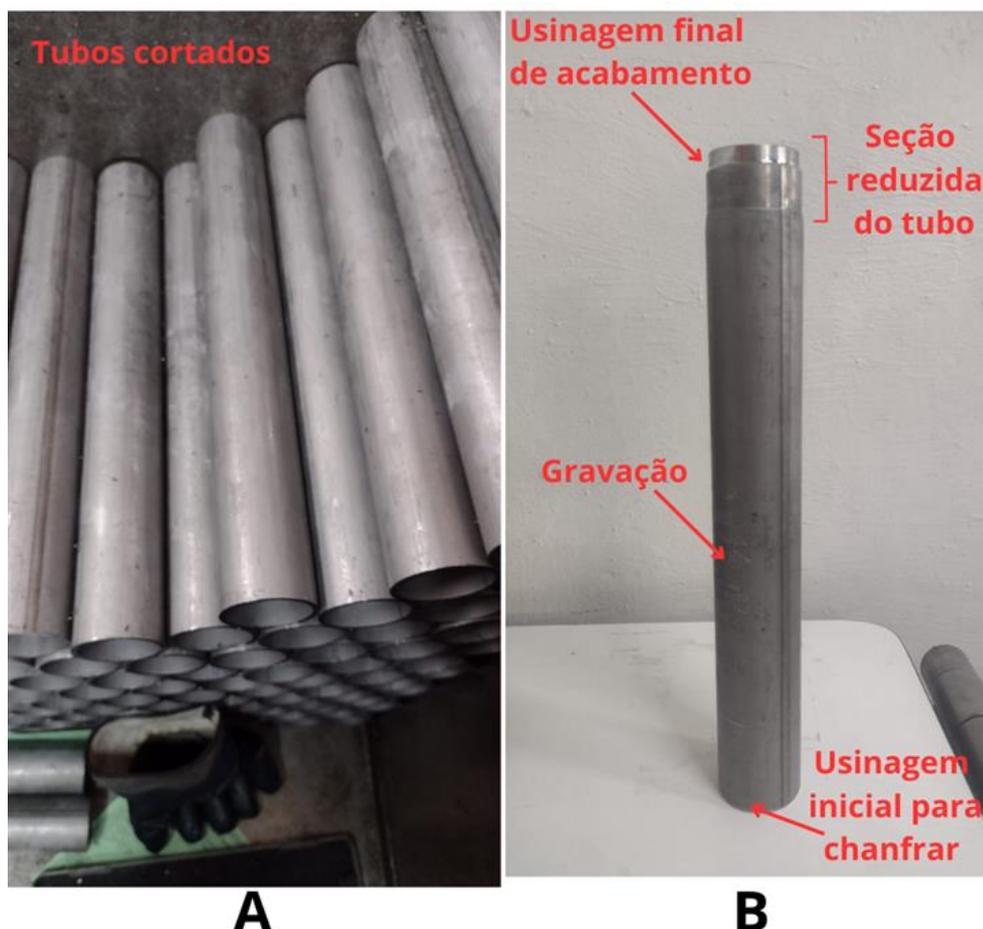
Ao sofrer esse processo de redução, o material ultrapassa os limites da deformação elástica e se deforma plasticamente, mantendo o formato reduzido no diâmetro externo do tubo, que inicialmente média 50,3mm e passa a medir 48,2 mm, sofrendo, portanto, uma redução de 2,1 mm. O comprimento do tubo também sofre alterações e passa a ser um pouco maior, devido um pequeno alongamento que ocorre no processo.

Após a redução do diâmetro na extremidade, a mesa superior volta para a posição original se movendo verticalmente para cima, com o tubo já reduzido preso a ela. Antes de chegar no fim de curso, o extrator colocado na parte de trás e acima da matriz é direcionado contra uma base fixa, onde encontra um apoio e usa o próprio movimento da máquina para exercer uma força contra o tubo preso, que o desprende da matriz, destacando-o e caindo sobre o eixo que o direciona a posição inicial para ser retirado pelo operador e retomar o ciclo conforme representado na Figura 12d.

Logo após o tubo reduzido ser retirado do eixo da prensa, é introduzida a outra extremidade, a não reduzida, em um dispositivo que usina as bordas internas e externas do tubo para formar um chanfro que ajuda na fixação do copo da base, que tampa o tubo. Este tubo chanfrado é levado até a gravadora, onde é gravado com informações do produto e, por fim, encaminhado para outra usinadora, que usina cerca de 10mm da extremidade reduzida a fim de atender características físicas e dimensionais do produto.

O tubo, já cortado e finalizado após passar por todos esses processos, (Figura 13), é encaminhado para o cliente, onde passará por mais processos até se tornar uma ferragem de amortecedor e, posteriormente, um sistema de amortecimento automotivo completo.

Figura 13 - (A) Tubos cortados; (B) Tubo acabado.



Fonte: Do Autor (2023).

Para poder compreender e simular todo esse processo de produção do tubo, pude relacionar eles com as disciplinas de processos de Fabricação I e II e usinagem dos materiais e Física.

2.2.3 Identificação e análise do problema

Dentre todos os processos de produção, anteriormente apresentados, para melhor compreensão do contexto do trabalho, foram analisadas e identificadas inconformidades em três ferramentais da prensa, responsáveis pela redução dos tubos na segunda etapa de produção: o extrator do tubo, o eixo e o punção que é conectado ao eixo.

No extrator foi identificada a necessidade um novo modelo para suprir a demanda produtiva da fábrica, que usa esse mesmo extrator no processo de fabricação de outros tubos. Além disso, foi verificado a necessidade de torná-lo um pouco mais leve, com uma redução em sua massa, pois seu peso se encontrava acima do necessário.

Como parte do processo de análise, identificação e planejamento, foi implementado o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) e a metodologia *Plan Do Check Act* (PDCA). O PDCA consiste em como o próprio nome diz traduzindo para o português em planejar, fazer, verificar e agir. Dessa forma, após definir-se o desafio a ser enfrentado, coletou-se os dados para analisar o problema e traçar as ações como parte do MASP e foi elaborado um planejamento que englobasse também o PDCA para todo o projeto realizado.

No eixo foi identificado que seu comprimento estava menor do que o necessário para atuar como guia, o que obrigava o operador a utilizar uma espécie de calço, em forma de anel, com as dimensões necessárias para alcançar o comprimento exigido. Outra inconformidade encontrada foi a variação do diâmetro do eixo ao longo de seu comprimento. Nas extremidades foi encontrada uma diferença de 0,3mm comparado ao centro do eixo. Essa pequena diferença no diâmetro estava sendo suficiente para causar uma folga entre o tubo e eixo guia que, conseqüentemente, causava vibrações no tubo, durante o processo de redução. Essas vibrações interferiam na produtividade e qualidade dos tubos, uma vez que, ao vibrar e ser direcionado contra a matriz em uma posição inadequada, fora de concentricidade, ou se deslocando durante o processo, causava interferências e variações nas dimensões da redução além de causar o desgaste prematuro dos componentes.

No punção, além de ser encontrados sinais claros de quebra e desgastes, como destacado na Figura 11d foi identificada uma variação do diâmetro que estava menor do que o requerido, o que causava variações no diâmetro final de redução do tubo além de vibrações no processo.

Para poder analisar e identificar todos esses problemas tive que aplicar conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Metrologia e Desenho Técnico Mecânico, ao usar instrumentos de medida como paquímetro para verificar as dimensões e para interpretação das cotas e tolerâncias de fabricação, Física, na abordagem de distribuição de forças e, por fim, a análise de vibração ao entender

como as vibrações geradas afetavam na produção e contribuem para o maior desgaste dos componentes.

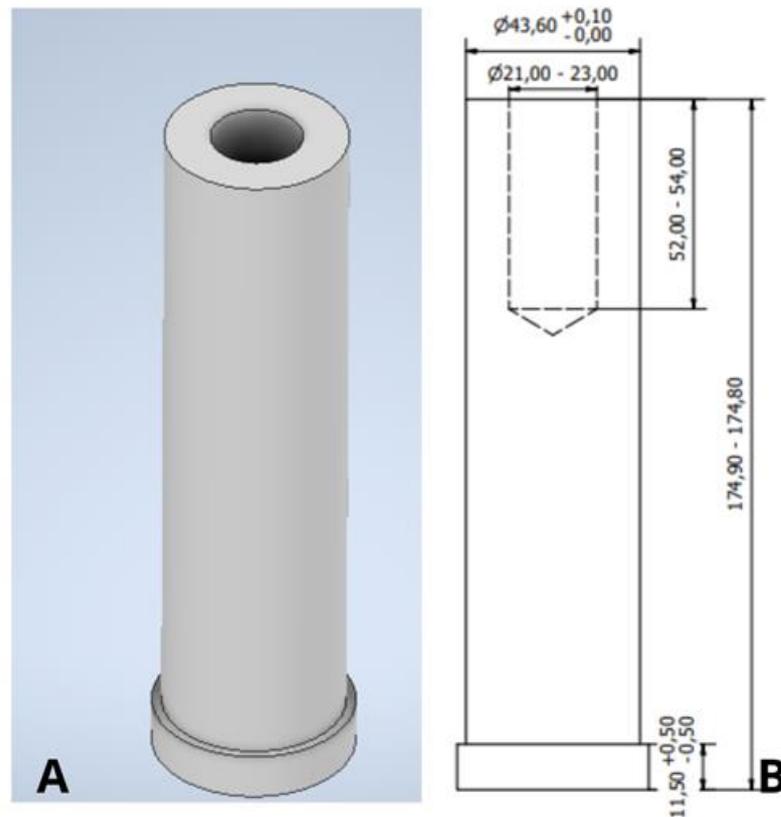
2.2.4 Desenho 3D e 2D dos novos ferramentais

Identificado as melhorias pertinentes, foi solicitado pelo supervisor que elaborasse os desenhos em CAD, que vem do inglês *computer-aided design* ou, traduzindo “desenho assistido por computador”. Estes seriam utilizados para posterior manufatura dos ferramentais, já que não havia nenhum desenho deles.

Segundo Silva et al. (2023), o termo CAD é utilizado para representar um conjunto de *softwares* com uma estrutura lógica programável, que utilizam a computação gráfica para representar um determinado desenho tanto em uma vista de duas dimensões em 2D, quanto uma vista em 3D, em três dimensões. Portanto, foram coletadas as medidas necessárias e já inseridas em desenho 3D, no software Autodesk Inventor ® 2023, com as dimensões apropriadas. Os desenhos feitos em 3D, também foram elaborados em 2D para que pudesse ser utilizado pelo torneiro responsável pela manufatura das peças.

No extrator foi mantido as dimensões do diâmetro e inserido um alívio de 22,00 mm de diâmetro e 53,00 mm de comprimento na parte inferior. O desenho realizado em 3D e 2D, pode ser visto na Figura 14.

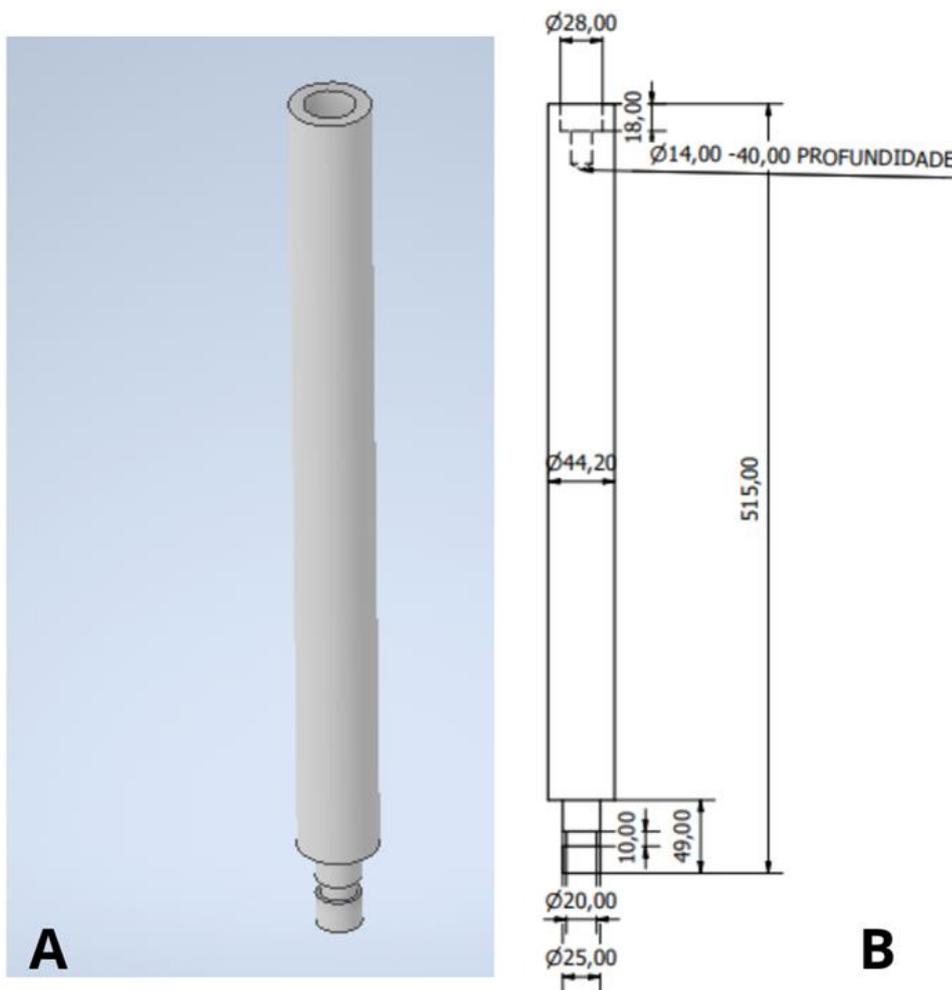
Figura 14 - (A) Desenho 3D do extrator; (B) Desenho 2D do extrator.



Fonte: Do Autor (2023).

Como exemplificado na figura 15, no eixo foi aumentado o comprimento “L” em 55,00 mm, passando de 460,00 mm para 515,00 mm, a fim de eliminar o uso do elo utilizado como complemento para se atingir a dimensão final requerida. Além disso, foi padronizado o diâmetro do eixo ao longo de todo seu comprimento, em 44,20 mm, para eliminar as folgas existentes. O desenho em 3D e 2D pode ser visto na Figura 15.

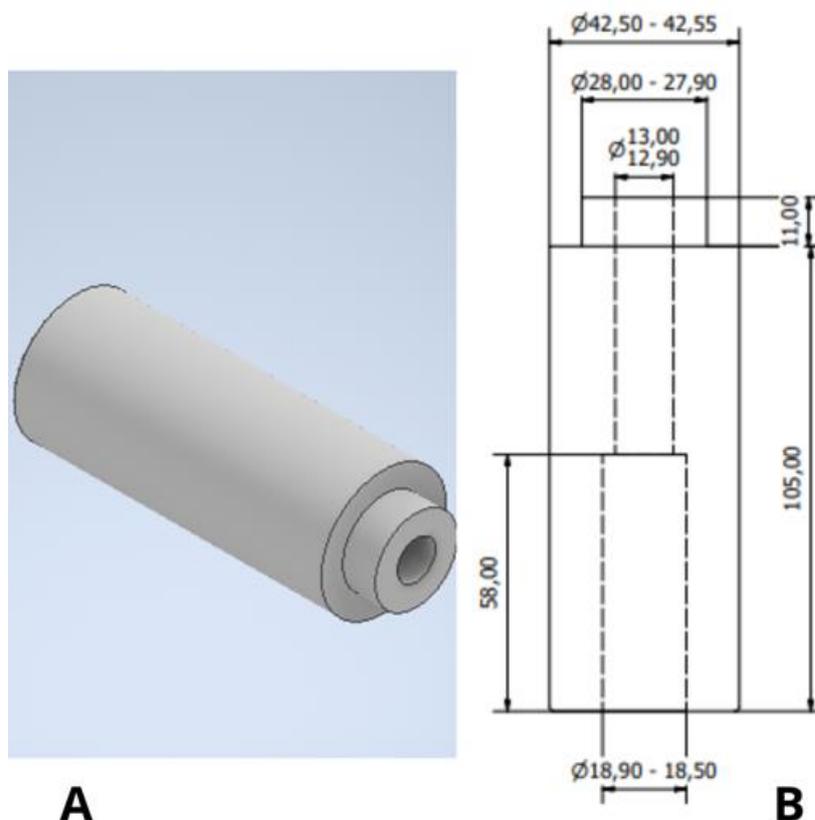
Figura 15 - (A) Desenho 3D do eixo guia; (B) desenho 2D do eixo guia.



Fonte: Do Autor (2023).

Por fim, no punção, identificado na Figura 16, foi aumentado o diâmetro da ponta em 2,00 mm e mantido todos demais parâmetros.

Figura 16 - (A) Desenho 3D do punção; (B) Desenho 2D do punção.



Fonte: Do Autor (2023).

Nessa etapa da minha vivência pude aplicar conhecimentos adquiridos na disciplina de projeto mecânico por computador, que foi de suma importância para o bom desenvolvimento dos projetos. Na elaboração dos desenhos mecânicos foi necessário também os conhecimentos adquiridos na disciplina de desenho técnico, onde foram importantes as vistas principais e interpretação de cotas. Realizei os esboços 2D e utilizei as ferramentas de desenho, como de extrusão, filets e furos, para dar volume e forma às peças, e assim ser possível visualizá-las em 3D. Também pude esboçar os desenhos em 2D, fazendo a identificação das cotas e tolerâncias, para que o operador do torno, pudesse realizar a construção das peças com facilidade e excelência. Nesta etapa de desenhos 2D, foi necessário também, praticar os conhecimentos adquiridos na disciplina de desenho técnico, onde foram utilizadas as vistas principais e interpretação de cotas.

2.2.5 Escolha do material

Com todos os projetos realizados, o próximo passo foi a escolha do material que seria produzido as peças. Dentre as opções de aço VC, VND, D2 ou aço 1045, o escolhida foi o Aço VND. O aço VC possui características como durabilidade e resistência ao desgaste. Já o aço D2 apresenta características de boa resistência ao calor e boa tenacidade e o aço 1045 apresenta boa resistência e usinabilidade. No entanto devido a alta versatilidade, usinabilidade, além de menor preço e condições do estoque de matéria prima da empresa o aço VND foi o escolhido.

A barra de material usado na produção, representada pela seta vermelha na Figura 17, possuía 1,0 metro de comprimento e 2 pol de diâmetro, a qual foi suficiente para confecção de todas as ferramentas.

Figura 17 - Barra de aço VND usada na confecção das ferramentas.



Fonte: Do Autor (2023).

Conforme abordado no site da PKM Aços (2019), o aço VND possui esse nome, que é o mais comercialmente conhecido no Brasil, e representam aços da classe AISI O1. Ele possui diversas aplicações como em ferramentas de corte, conformação de

aços e na produção de ferramentas variadas e em instrumentos de medição. É um tipo de aço para trabalho a frio, e que em sua composição, possui manganês-cromo-tungstênio e seu processo de têmpera se dá em óleo. Possui alta resistência ao desgaste, elevada dureza e média tenacidade (PKM AÇOS, 2019).

Nessa etapa pode aplicar conhecimentos adquiridos pela disciplina de engenharia de materiais, a qual aborda termos importantes sobre propriedades dos materiais. A escolha do material correto para as aplicações necessárias é de suma importância para garantir a qualidade, durabilidade e segurança do produto. Pode aplicar, na prática, como se conduz a escolha correta do material, analisando termos técnicos, como dureza, usinabilidade, tenacidade e até mesmo fatores financeiros, que possui um peso muitas vezes determinante nas indústrias.

2.2.6 Manufatura das peças

Todas as peças projetadas foram posteriormente encaminhadas para a usinagem em aço VND, que foi o material escolhido para produção das ferramentas. Por usinagem entendemos como os processos que geram como subprodutos os cavacos ao propiciar a forma da peça, com suas dimensões e acabamento (FERRARESI, 1970).

As peças foram usinadas em um torno horizontal mecânico da marca VEKER-TVK-2060 ECO, e estão representadas na Figura 18, onde estava sendo usinado o extrator.

Figura 18 - Usinagem do extrator.



Fonte: Do Autor (2023).

As ferramentas completamente usinadas e finalizadas podem ser vistas na Figura 19, sendo representado respectivamente o eixo guia, o extrator e o punção.

Figura 19 - Peças finalizadas.



EIXO GUIA EXTRATOR PUNÇÃO

Fonte: Do Autor (2023).

Nessa etapa pude aplicar conhecimentos adquiridos na disciplina de processos de fabricação, e também mais especificamente, na disciplina de usinagem dos materiais. Apesar de eu não atuar com a mão de obra para manufatura das peças, pude verificar e contribuir na prática dos termos técnicos importantes, como torneamento cilíndrico externo, torneamento de faseamento, sangramento radial, bem como ajudar nas escolhas das ferramentas de corte, que são os incertos, corretos para cada tipo de usinagem realizada. Também pude verificar como se processa, na prática, o controle do avanço e da velocidade de rotação e ver como eles interferem nas várias formas de cavaco geradas, e por fim, como se verifica o uso de lubrificantes nos processos de usinagem.

De acordo com Ferraresi (1970), o uso de fluidos no processo de usinagem é uma melhoria que garante a redução da intensidade das fontes de calor, por atuar como lubrificante reduzindo o atrito entre a ferramenta e a peça.

3 AUTOAVALIAÇÃO

3.1 Autoavaliação do aluno Leonardo Dorval Costa de Oliveira

3.1.1 Desenvolvimento profissional

A escolha do tema está diretamente relacionada com o verdadeiro impacto do projeto para os negócios, tanto para a empresa quanto para os clientes contemplados no programa.

Além disso, houve a colaboração e apoio de diversas pessoas, de diferentes departamentos que, em um único objetivo, compartilham seus conhecimentos em prol dos melhores resultados.

Esse programa ajudou a enriquecer e promover o amadurecimento e o entendimento de vários outros níveis de trabalho e atuação dentro da empresa, ampliando nossa visão de outras áreas colaborativas.

3.1.2 Desenvolvimento pessoal

A participação e a colaboração no programa amplificaram meu entendimento de gestão financeira e análise de investimentos, bem como a possibilidade de acessar os processos avançados de inspeção e análise de aproveitamento de peças dos componentes além de aprimorar meu pensamento crítico e habilidades de adaptabilidade que com certeza serão pontos fortes para minha vida e carreira.

3.1.3 Perspectiva de formação continuada

Para progredir e ampliar meu desenvolvimento, buscarei investir em educação profissional como cursos, especializações e certificações para me aprofundar em áreas importantes para o avanço em minha carreira. A participação em ambientes inovadores e colaborativos, como conferências do setor, também é crucial para incentivar a troca de conhecimento. Esta dedicação contínua à aprendizagem

garantirá a minha relevância e preparação para futuros desafios corporativos, alinhando as minhas competências com as necessidades em evolução do mercado.

3.2 Autoavaliação do aluno Yuri Guedes Nascimento

3.2.1 Desenvolvimento profissional

A experiência que tive durante meu período de estágio foi de suma importância para meu desenvolvimento profissional, pois, estar inserido em um ambiente industrial, com problemas reais de engenharia, para serem resolvidos, me instigou e oportunizou a aplicar, na prática, muitos dos conhecimentos adquiridos naquilo que, anteriormente, só havia aprendido, nas teorias da sala de aula. Profissionalmente, também pude desenvolver minha comunicação ao participar de muitas reuniões e apresentações, onde era essencial que se houvesse a transmissão clara e coesa da mensagem que estava sendo transmitida. Saber lidar com os problemas, com as pessoas, com a pressão e com tantas outras questões da rotina da indústria automobilística, foi me lapidando como um profissional mais maduro e completo.

3.2.2 Desenvolvimento pessoal

Em minha vida pessoal, minha vivência me ajudou a me tornar uma pessoa mais segura e resiliente. No início, quando fui inserido em um ambiente sob muita pressão, enfrentei muitos problemas internos com relação ao medo e insegurança, mas pude vencê-los no dia a dia, encarando-os de cara, para que assim lutando com força e determinação, pudesse vencê-los. E hoje, me considero um vencedor.

3.2.3 Perspectiva de formação continuada

Sou uma pessoa extremamente curiosa que busca sempre estar aprendendo novas coisas e buscarei sempre continuar adquirindo conhecimento. Para isso pretendo fazer um mestrado em engenharia industrial e posteriormente um MBA em gestão de pessoas e projetos. Além disso pretendo desenvolver meu inglês e também

o Italiano por serem as línguas que acredito que vão abrir as portas do mundo para minha carreira.

4 CONCLUSÃO

Chegamos ao fim de um ciclo em nossas vidas que nos marcou profundamente em nossas jornadas de conhecimento e aprendizados.

Eu, Leonardo, concluo que o programa de troca de componentes é um projeto multidisciplinar, direcionado à resultados já obtidos, resultados que ainda serão alcançados diante de muitos testes e fortes compromissos firmados tanto da parte da empresa quanto da parte do cliente.

Como um único time na empresa, já foram atingidos ótimos resultados e ainda existe uma longa e responsável jornada à frente, para que a conclusão desse projeto seja atingida.

No que à tange estratégias de reformas, conclui-se que a implantação de reforma por horímetro correto, ao invés de reforma convencionais, e o aproveitamento de peças, gera uma economia muito importante e a otimização da vida útil dos principais componentes do equipamento.

Por fim, também há a necessidade de ajustar parte da estratégia de investimentos de CAPEX do cliente, sendo esse o grande salto, que consolidou esse estudo e projeções para implantação do programa de troca de componentes.

Eu, Yuri Guedes Nascimento, concluo após o término deste trabalho, que a construção dos novos componentes ferramentais da prensa, foi realizado com excelência, ao combinar uma boa análise técnica dos problemas e somar a perfeita construção prática das ferramentas, em todos seus processos, desde a organização inicial até os testes. Todas as peças foram aprovadas nos testes e foram fundamentais para reestabelecer as condições de base da prensa, o que melhorou a performance de produção e qualidade dos tubos fabricados. A correção dos diâmetros e eliminação das folgas e desgastes existentes no eixo e na punção, fizeram com que o tubo inserido no eixo, parasse de se mover durante o processo de redução, deixando-o mais firme. O extrator passou a destacar a peça com mais sutileza, sem grande impacto, como atuava em sua condição anterior.

Concluo também que toda essa experiência que pude viver, foi grandiosamente importante para meu desenvolvimento pessoal e profissional. A combinação de

analisar, projetar, construir e testar, tornou essa experiência completa e enriquecedora para meu aprendizado.

REFERÊNCIAS

AMERICA CORPORATION KOMATSU. **Manual de oficina: 830E-AC - Caminhão fora de estrada.** 2006. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11816/1/GP_COEME_2019_01_10. Acesso em: 24 nov. 2023

ASJAD, Mohammad; KHAN, Shahbaz. Analysis of maintenance cost for an asset using the genetic algorithm. **International Journal of System Assurance Engineering and Management**, New Delhi, India. v. 8, n. 2, p. 445–457, 2017. DOI: 10.1007/s13198-016-0448-9. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s13198-016-0448-9>.

BEZERRA, Phellipe Peterson Lima. **Implementação de comando numérico computadorizado em uma furadeira de bancada.** 2018. 57p. Monografia (Graduação) - Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica e Produção, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/54928>.

Bíblia Sagrada Ave-Maria, 218. ed. São Paulo: Editora Ave- Maria, 1959, (impressão 2022). 796p

BORGES, Thiago Campos. **Análise dos custos operacionais de produção no dimensionamento de frotas de carregamento e transporte em mineração.** 2013. 98 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Minas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/34111/1/DISSERTAÇÃO_AnáliseCustoOperacionais.pdf.

COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.** 2013. 103 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: https://www2.ufjf.br/ep//files/2014/07/2012_3_Mariana.pdf.

FERRARESI, Dino. **Fundamentos da Usinagem dos Metais.** São Paulo: Blucher, 1970. E-book. ISBN 9788521214199. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521214199/>. Acesso em: 04 out. 2023

FIORETTI, Ricardo; IEZZO, Robson. Características Dinâmicas de Amortecedores Bitubulares versus Monotubulares. *In: Anais do XV Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva*, São Paulo, 2007.

FONSECA, A. G. **Proposta de Sistema de Detecção de Irregularidades em Estradas para Caminhões Fora de Estrada Via Acelerômetro.** 2009. 185p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) - Nucleo de Geotecnia,

Universidade Federal de Ouro Preto de Ouro Preto. 2009.

GRANEY, Brian P.; STARRY, Ken. Rolling Element Bearing Analysis. **Materials Evaluation**. v. 70, n. 1, p. 78–85, 2012. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:110256707>.

HAIM, Diego. **Redução da inércia rotacional no projeto do trem de força**. 2011. 10p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2011/Trabalhos_finais/TCC_013_2011.pdf.

KARDEC, Allan; NASCIF, Julio. **Manutenção** - Função Estratégica. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

KIMINAMI, Claudio Shyintj; CASTRO, Walman Benício De; OLIVEIRA, Marcelo Falcão de. **Introdução aos processos de fabricação de produtos metálicos**. São Paulo: Blucher, 2013. E-book. ISBN 9788521206835. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521206835/>. Acesso em: 04 out. 2023.

MAZIERO, Nilson Luiz. **Um sistema computacional inteligente de suporte ao projeto, manufatura e montagem de peças baseado em features: uma abordagem com sistemas especialistas**. 1998. 341 p. Tese (Doutorado) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/77719>.

OPERACTION. **Transmissões e acoplamentos**. 2023. Disponível em: <http://www.operation.com.br/transmissoes-e-acoplamentos>. Acesso em: 01 out. 2023.

PETRUZELLA, Frank D. **Motores Elétricos e Acionamentos: Série Tekne**. 1. ed. Porto Alegre: Grupo A, 2013. E-book. ISBN 9788580552584. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580552584/>. Acesso em: 01 out. 2023.

PKM AÇOS. **Aço VND**. 2019. Disponível em: <https://www.pkmacos.com.br/aco-vnd>. Acesso em: 4 out. 2023.

RICARDO, Helio de Souza; CATALANI, Guilherme. **Manual Prático de Escavação: Terraplenagem e Escavação de Rocha**. 3. ed. São Paulo: Pini, 2007.

SILVA, Arlindo; RIBEIRO, Carlos Tavares; DIAS, João; SOUSA, Luis. **Desenho Técnico Moderno**. 9. ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2023. E-book. ISBN 9788521638469. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521638469/>. Acesso em: 21 out. 2023.

SMS EQUIPMENT. **Electric drive mining truck 830E-5**. 2023. Disponível em: <https://www.smsequipment.com/getmedia/c0aac900-44bb-49ca-bdbc-d1ceaf37604e/830E-5.pdf>. Acesso em: 1 out. 2023.

TELLES, Pedro C. Silva. **Tubulações Industriais - Materiais, Projeto, Montagem**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. ISBN 8521612893. Disponível em: https://www.academia.edu/41966763/Tubulações_Industriais_Materiais_Projeto_Montagem_Pedro_Carlos_Silva_Telles.

WABTEC CORPORATION. **Wabtec's optimized integrated electric drive system. The power is inside**. 2023. Disponível em: <https://www.wabteccorp.com/Wabtec-Integrated-Drive-Systems.pdf?inline>. Acesso em: 1 out. 2023

WANDECK, Maurício; SOUZA, André Roberto de. **Análise funcional e metrológica dos princípios de Taylor e da independência na especificação e controle geométrico de produtos**. *In*: Congresso Internacional de Metrologia Mecânica - CIMMEC, 1., 2008, Rio de Janeiro. **Anais** [...].

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. Rio de Janeiro: EDG, 1998