



FACULDADE SATC
ENGENHARIA MECÂNICA



**RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE ENGENHARIA MECÂNICA NA ÁREA DE
PROJETOS MECÂNICOS DE ROLOS PARA CORREIAS TRANSPORTADORAS**

Gabriel Felisbino

Criciúma,
Julho, 2020.



Gabriel Felisbino

RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE ENGENHARIA MECÂNICA NA ÁREA DE PROJETOS MECÂNICOS DE ROLOS PARA CORREIAS TRANSPORTADORAS

Relatório de Estágio apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade SATC, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Maurício Dominghini Neves, Eng.

Reginaldo Rosso Marcello, Me. Eng.

Criciúma,
Julho, 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para meu desenvolvimento acadêmico, principalmente aos meus pais pelo suporte que tornou esse nosso sonho possível.

Meus agradecimentos também se estendem aos colaboradores da SATC e da Imepel Industria Mecânica, em especial aos profissionais do setor de engenharia que contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal.

RESUMO

As correias transportadoras ocupam atualmente um lugar de destaque no transporte de materiais em geral devido a algumas vantagens em relação a outros meios de transporte, tais como economia, versatilidade e fluxo contínuo. Diante da importância deste tipo de equipamento, torna-se essencial o estudo do projeto de cada componente envolvido no funcionamento dos transportadores. Neste estágio realizado na Imepel Indústria Mecânica foi possível desenvolver rolos para diversos tipos de aplicações, tendo como objetivo principal sanar a necessidade dos clientes e garantir a qualidade do produto final. Neste trabalho serão apresentados os projetos executados, as ferramentas utilizadas no processo e as características empregadas nos produtos.

Palavras-chave: Rolos, correia transportadora, transportador contínuo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Rolo (Do autor, 2020)	7
Figura 2 – Conjunto de vedação (Do autor, 2020)	8
Figura 3 – (a) Flange de aço e (b) mancal UP (Do autor, 2020)	9
Figura 4 – (a) Tipos de encaixe (Imepel, 2020)	10
Figura 5 – Rolo com espelho defletor (Imepel, 2020)	11
Figura 6 – Croqui para seleção de rolos lisos (Imepel, 2020)	12
Figura 7 – Croqui para seleção de rolos revestidos com Kanaflex (Imepel, 2020)	12
Figura 8 – Croqui para seleção de rolos revestidos com borracha vulcanizada ou anéis de borracha (Imepel, 2020)	12
Figura 9 – Rolo de carga (Imepel, 2020)	13
Figura 10 – (a) Rolo de impacto com anéis e (b) rolo de impacto vulcanizado (Imepel, 2020)	13
Figura 11 – Rolo de retorno revestido (Imepel, 2020)	14
Figura 12 - Rolo revestido com PVC Kanaflex (Imepel, 2020)	14
Figura 13 - Rolo de balança (Imepel, 2020)	15
Figura 14 – Rolo guia	15
Figura 15 – Inventor (Do autor, 2020)	16
Figura 16 – Vault (Do autor, 2020)	17
Figura 17 - SE Suite (Do autor, 2020)	18
Figura 18 - SAP Business (Do autor, 2020)	19

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	6
1.2 A Empresa.....	7
2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	7
2.1 Rolos.....	7
2.1.1 Corpo do rolo.....	8
2.1.2 Eixo.....	8
2.1.3 Sistema de vedação e lubrificação.....	8
2.1.4 Flanges.....	9
2.1.5 Encaixe.....	9
2.1.6 Vida útil dos rolos.....	10
2.1.7 Espelho defletor.....	10
2.2 Seleção de rolos.....	11
2.2.1 Rolos de carga.....	13
2.2.2 Rolos de impacto.....	13
2.2.3 Rolos de retorno.....	14
2.2.4 Rolos revestidos.....	14
2.2.5 Rolos de balança.....	15
2.2.6 Rolos guias.....	15
2.3 Softwares utilizados.....	16
2.3.1 Inventor.....	16
2.3.2 Autodesk Vault.....	17
2.3.3 SE Suite.....	17
2.3.4 SAP Business.....	18
3. CONCLUSÃO.....	20
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

Esteiras transportadoras consistem em um conjunto de peças que movimentam uma superfície em que determinados materiais ou objetos são transportados. Esse tipo de equipamento é empregado em muitas situações como transporte de sacarias, materiais para construção e principalmente na mineração.

Os sistemas de esteiras transportadoras existem desde 1919, auxiliando na redução de tempo e custos nas indústrias, podendo ser automatizados ou não, dependendo de sua aplicação. Cada componente dessa máquina tem um desempenho importante no funcionamento final, e são divididos principalmente entre correia, cavaletes, tambores e rolos. Esses componentes podem ser fabricados de diversas formas para sanar as necessidades da aplicação, variando materiais de construção, dimensões, características e revestimentos.

A correia é o componente em contato com o produto transportado, sua composição é formada basicamente por quatro itens, sendo esses a cobertura superior e inferior de borracha (superfícies que ficam em contato com material e elementos de rotação, respectivamente), carcaça têxtil (reforço têxtil de fibras sintéticas cuja característica principal é resistir à tensão exigida) e borracha de ligação (liga as camadas, objetivando perfeita adesão, estabilidade e acamamento).

Os cavaletes são estruturas metálicas que exercem a função de sustentar o sistema, tendo contato direto e servindo como suporte para os rolos.

O tambor de acionamento, também chamado de tambor de tração ou carga, é o encarregado por tracionar e movimentar toda a correia. Já o tambor para retorno tem como função criar uma direção e tencionar a correia, além de ser utilizado na cabeceira do transportador para ajudar no fluxo de atividade.

Os rolos são os componentes apoiados nos cavaletes e que estão em contato direto com a esteira, tornando seu funcionamento possível, essas peças são encontradas em vários modelos, sendo cada um deles aplicado para um objetivo diferente. Alguns dos modelos de rolos são os guias, de retorno, de carga, de impacto, entre muitos outros.

Este relatório de estágio feito na Imepel Industria Mecânica tratará das características, aplicações e formas construtivas de rolos, tendo como foco o projeto mecânico do produto e as ferramentas utilizadas para atingir o melhor resultado.

1.2 A Empresa

Fundada em 20 de novembro de 1996, a Imepel tem se destacado principalmente pela qualidade de seus componentes para transportadores e seu compromisso em gerar resultados comprovados aos seus clientes.

Atualmente o maior fabricante de rolos para transportadores contínuos no Brasil, a Imepel conta com unidade produtiva localizada em Siderópolis, Santa Catarina, responsável pela fabricação de rolos, cavaletes e tambores de alta tecnologia.

Nos últimos anos a qualidade de seus produtos tem vencido fronteiras e conquistado dezenas de clientes nas três Américas. Comprovando o sucesso da empresa e suprimindo as necessidades do mercado.

2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O principal objetivo do estágio realizado na empresa Imepel foi projetar rolos para satisfazer as necessidades do mercado, por dia chegam diversos pedidos desse item, cada um com sua particularidade e aplicação. A seguir alguns pontos do projeto do componente serão abordados.

2.1 Rolos

Os rolos são equipamentos compostos por um conjunto de peças selecionadas para cada tipo de aplicação, como mostra a Fig. 1.

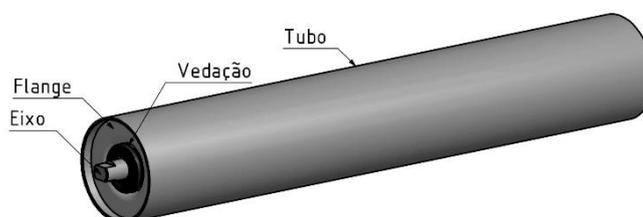


Figura 1 – Rolo (Do autor, 2020).

A seguir serão abordadas as características mais relevantes desses equipamentos.

2.1.1 Corpo do rolo

Constituído por tubo de aço, com espessura e diâmetro conforme projeto, sempre se atentando aos processos executados nesse componente visando obter uma boa montagem. Os acoplamentos dos rolamentos devem ser rígidos e resistentes, mesmo que cada fabricante tenha um modelo próprio.

Os acoplamentos devem ser projetados visando a redução do ângulo entre rolamentos e eixo causado pela deflexão do próprio eixo sob carga. Recomenda-se que o diâmetro interno do alojamento tenha bom acabamento, seguindo as normas de tolerância de acordo com a ABNT BNR 6158, classe M7.

2.1.2 Eixo

Esse é o elemento que sustenta o rolo, o eixo deve ser projetado de acordo com a carga atuante e o comprimento do rolo, seguindo os critérios de deflexão máxima nos rolamentos definidos na norma ABNT NBR 6678.

2.1.3 Sistema de vedação e lubrificação

A qualidade de um rolo está diretamente ligada com a eficiência de seu sistema de vedação, sendo essa avaliada em um acordo entre fabricante e comprador, em conformidade com a ABNT NBR 16169. Na Fig. 2 pode-se observar um dos sistemas utilizados na Imepel.

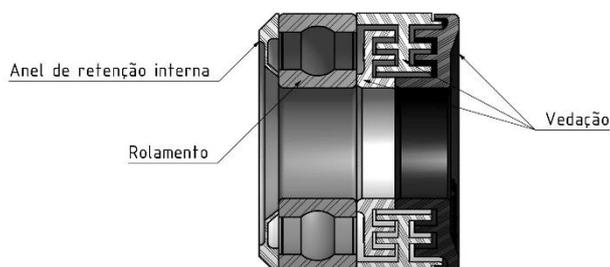


Figura 2 – Conjunto de vedação (Do autor, 2020).

Além disso, recomenda-se que os rolos sejam fornecidos com sistema de lubrificação permanente.

2.1.4 Flanges

Os alojamentos para rolamentos e vedações são comumente chamados de flanges ou mancais, a Imepel fornece para seus clientes esse item em aço e polímero. Conforme ilustrado na Fig. 3.

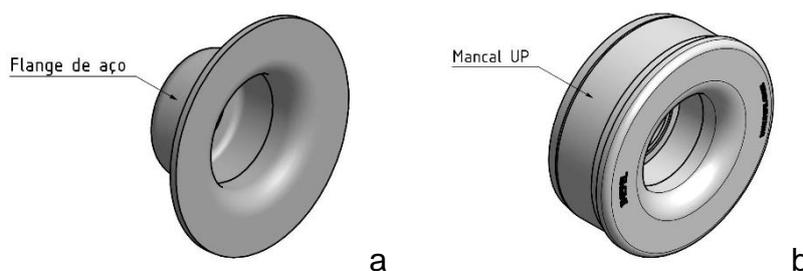


Figura 3 – (a) Flange de aço e (b) mancal UP (Do autor, 2020).

Os flanges de aço são estampados, normalmente passando por um processo de usinagem em seu diâmetro externo para garantir uma boa montagem no corpo do rolo, são projetados para suportar altas cargas, proteger e garantir a performance do rolamento e da vedação.

Já os mancais UP são fabricados em polímero de engenharia, possuem ótima absorção de impacto, além de colaborar no ajuste do rolamento. Em caso de travamento do rolo, aletas internas rompem retirando o rolo do contato com a correia transportadora, evitando assim problemas maiores no transportador.

2.1.5 Encaixe

Uma das principais medidas dos componentes de um transportador é o encaixe, as dimensões devem seguir rigorosamente o projeto para que um componente acople corretamente em outro. Os tipos de encaixe mais comuns estão ilustrados na Fig. 4.

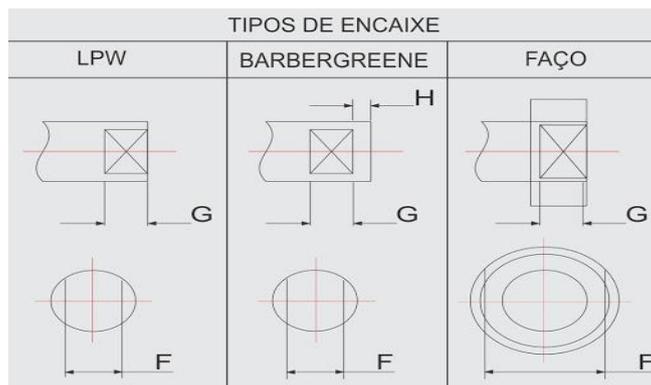


Figura 4 – Tipos de encaixe (Imepel, 2020).

Rolos de comprimento fora da norma em instalações existentes podem ser utilizados, entretanto, sempre que possível, as demais dimensões normalizadas devem ser seguidas.

2.1.6 Vida útil dos rolos

A vida útil de um rolo depende de muitos fatores, como material transportado, espessura da parede do tubo, eficiência da vedação do rolamento, meio ambiente, etc. Porém, como todos os fatores citados não são quantificáveis, a vida do rolamento é utilizada como indicativo da vida do rolo. Entende-se como vida do rolamento o número de horas, a uma determinada rotação, que 90% dos rolamentos atingem antes que apareçam os primeiros sinais de fadiga em seus anéis ou corpos rolantes. A vida real do rolo pode ser, contudo, inferior à vida do rolamento. É recomendada normalmente uma vida mínima, utilizando cargas mínimas como referência.

2.1.7 Espelho defletor

Esse item é projetado para proteger o contato face rolo com materiais fugitivos que podem danificar a superfície deste ou causar problemas de desempenho. Pode-se observar esse componente na Fig. 5.



Figura 5 – Rolo com espelho defletor (Imepel, 2020).

O disco defletor Imepel permanece fixo ao eixo enquanto o rolo está em movimento, formando um escudo contra materiais que podem afetar seu desempenho.

2.2 Seleção de rolos

O modelo, dimensões e características de um rolo a ser aplicado em um transportador de correia dependem de alguns requisitos, como:

1. Capacidade do transportador de correia;
2. Velocidade da correia;
3. Largura da correia;
4. Peso da correia por metro linear;
5. Características do material que está sendo transportado;
6. Condições ambientais;
7. Condições de operação;
8. Condições de manutenção;
9. Espaçamento entre roletes (conjunto de cavalete e rolo);
10. Tipo do rolete;
11. Temperatura de trabalho.

Avaliando todos esses critérios considerando a condição mais crítica de operação. As condições ambientais e de manutenção não têm uma base matemática exata, porém afetam a vida útil do equipamento. Os croquis de seleção para cada tipo de rolo está ilustrado nas Fig. 6, 7 e 8.

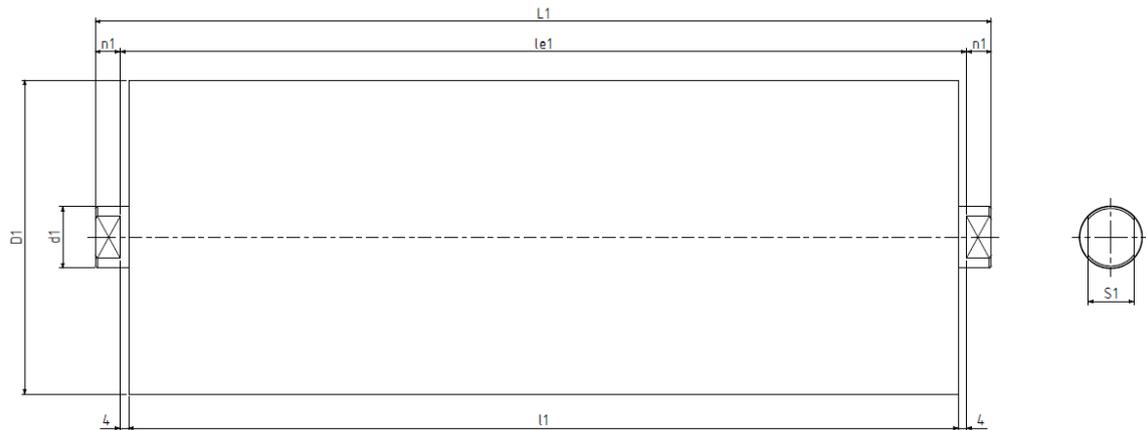


Figura 6 – Croqui para seleção de rolos lisos (Imepel, 2020).

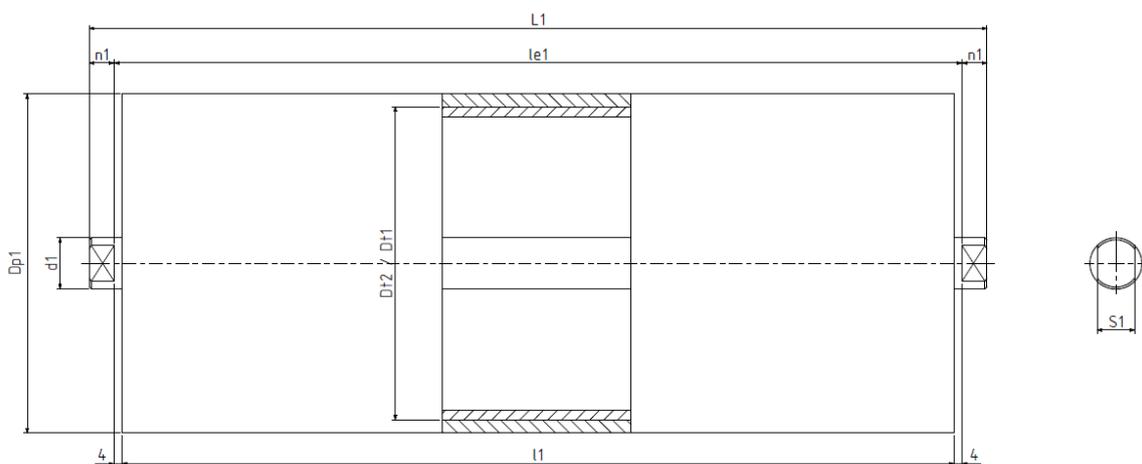


Figura 7 – Croqui para seleção de rolos revestidos com Kanaflex (Imepel, 2020).

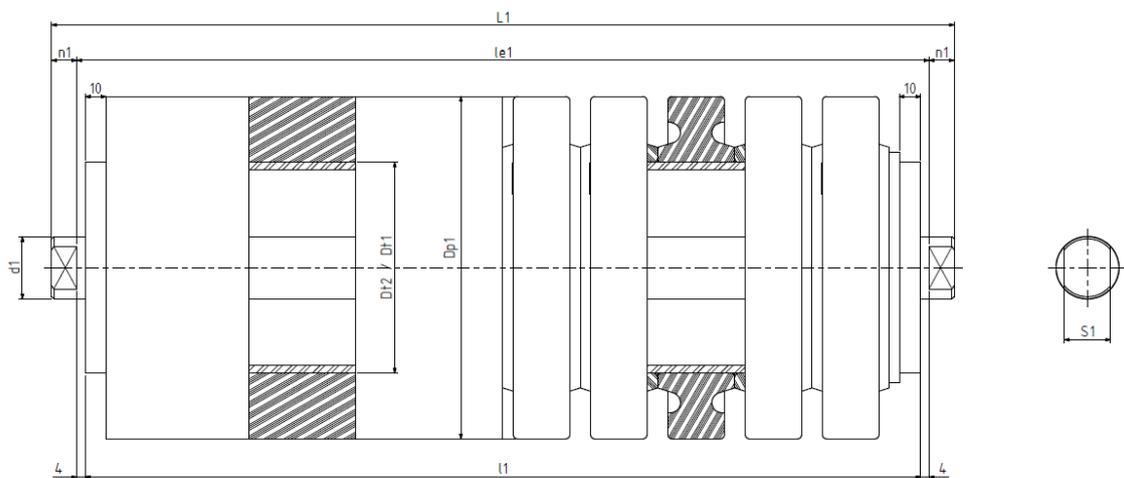


Figura 8 – Croqui para seleção de rolos revestidos com borracha vulcanizada ou anéis de borracha (Imepel, 2020).

2.2.1 Rolos de carga

O modelo de rolo mais encontrado em um transportador, tem a missão de suportar a carga do material sobre a correia por quase toda extensão do equipamento, por isso é projetado de acordo com a força que irá ser submetido. Como mostra a Fig. 9.

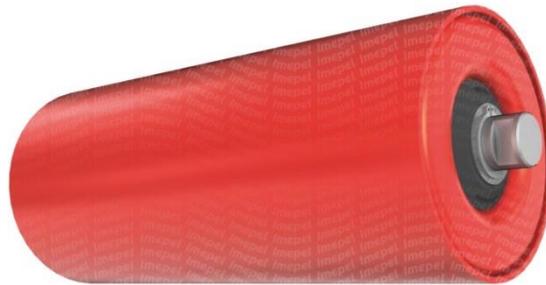


Figura 9 – Rolo de carga (Imepel, 2020).

Podem ser de revestidos com pintura epoxi, pintura especial, receber revestimento de PU, de borracha ou de mangueira de PVC, ou constituídos de tubo de polímero de engenharia (PEAD, NYLON, entre outros).

2.2.2 Rolos de impacto

Este tipo de rolo sofre cargas dinâmicas adicionais resultantes do impacto do material sobre a correia, portanto ficam em locais onde os transportadores são carregados e podem ser observados na Fig. 10.

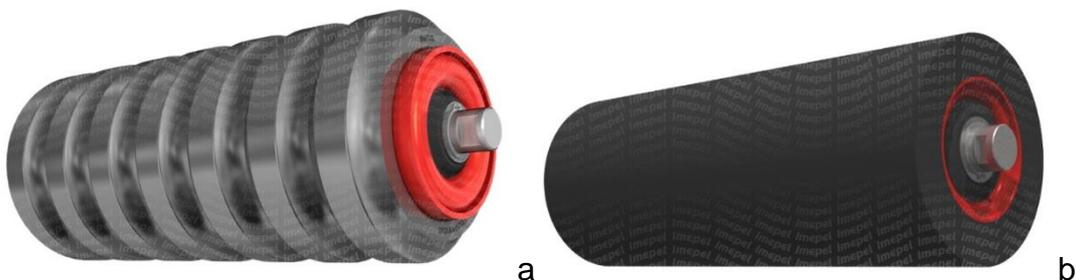


Figura 10 – (a) Rolo de impacto com anéis e (b) rolo de impacto vulcanizado (Imepel, 2020).

Os rolos de impacto seguem a norma, mas variam suas características entre fabricantes, na Imepel são fornecidos com revestimento vulcanizado de borracha e revestido com anéis de borracha montados por interferência.

2.2.3 Rolos de retorno

Esses são os rolos que ficam onde não há carga na esteira, portanto a força utilizada em seu projeto é apenas a do peso da correia. Podem ser lisos (semelhantes ao de carga), com borracha vulcanizada e com anéis de borracha montados por interferência, como mostra a Fig. 11.



Figura 11 – Rolo de retorno revestido (Imepel, 2020).

Os revestimentos são distanciados entre si e montados sobre o tubo de aço, de modo a promover o desprendimento do material aderido à correia. O distanciamento das borrachas é feito conforme norma ou solicitação do cliente.

2.2.4 Rolos revestidos

Um dos itens mais vendidos pela Imepel, os rolos revestido ou rolos Xtreme, tem como sua principal característica a proteção superficial do corpo do rolo através do revestimento em PVC, como mostra a Fig. 12.



Figura 12 – Rolo revestido com PVC Kanaflex (Imepel, 2020).

São projetados para ambientes agressivos e transporte de materiais químicos ou corrosivos, como portos, transporte de fertilizantes, usinas de açúcar, e outras indústrias.

2.2.5 Rolos de balança

Os rolos de balança são similares aos rolos de carga, porém são direcionados para a aplicação exclusiva na região de pesagem. Fornecidos normalmente na cor amarela e com o tubo usinado para garantir uma excentricidade máxima de 0,2 mm, como mostra a Fig. 13.



Figura 13 – Rolo de balança (Imepel, 2020).

Além de receber balanceamento dinâmico a 600 RPM para reduzir a vibração por desalinhamento de massa.

2.2.6 Rolos guias

Rolos fixados verticalmente aos cavaletes auto-alinhantes, formando um ângulo de 90° com as bordas da correia, suas características podem ser vistas na Fig. 14.

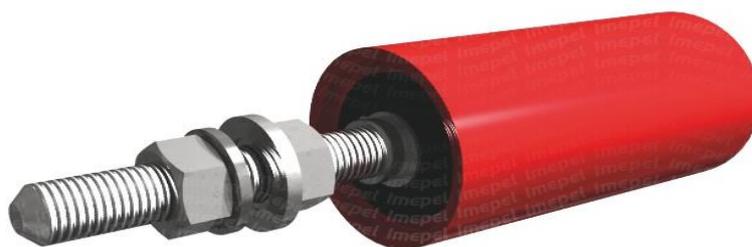


Figura 14 – Rolo guia (Imepel, 2020).

Tem como principal finalidade com guiar e alinhar a correia durante seu percurso.

2.3 Softwares utilizados

Para aperfeiçoar os produtos e os procedimentos executados dentro da Imepel, alguns softwares são utilizados, cada um exerce sua função dentro dos objetivos a serem alcançados.

2.3.1 Inventor

O software CAD Inventor® fornece ferramentas profissionais para projetos mecânicos 3D, documentação e simulação de produtos. Trabalha de forma eficiente com uma poderosa combinação de recursos de projeto paramétricos, diretos, de forma livre e com base em regras.

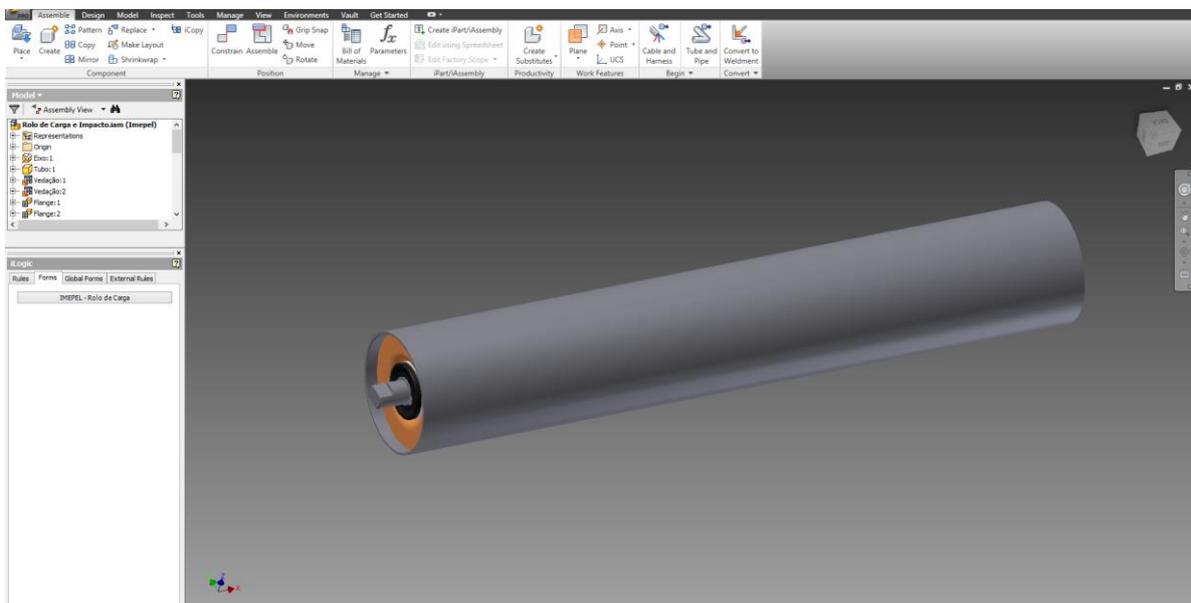


Figura 15 – Inventor (Do autor, 2020).

É nesses software que todos os produtos da Imepel são projetados e posteriormente transferidos para o desenho de produção, dando sequência a vida do produto dentro da fábrica.

2.3.2 Autodesk Vault

A Imepel utiliza o Autodesk Vault como software de gestão de dados, integrado com a série Autodesk Inventor. Serve para ajudar a equipe de desenho técnico a controlar o progresso dos trabalhos e manter o controle das versões em ambientes multiusuário.

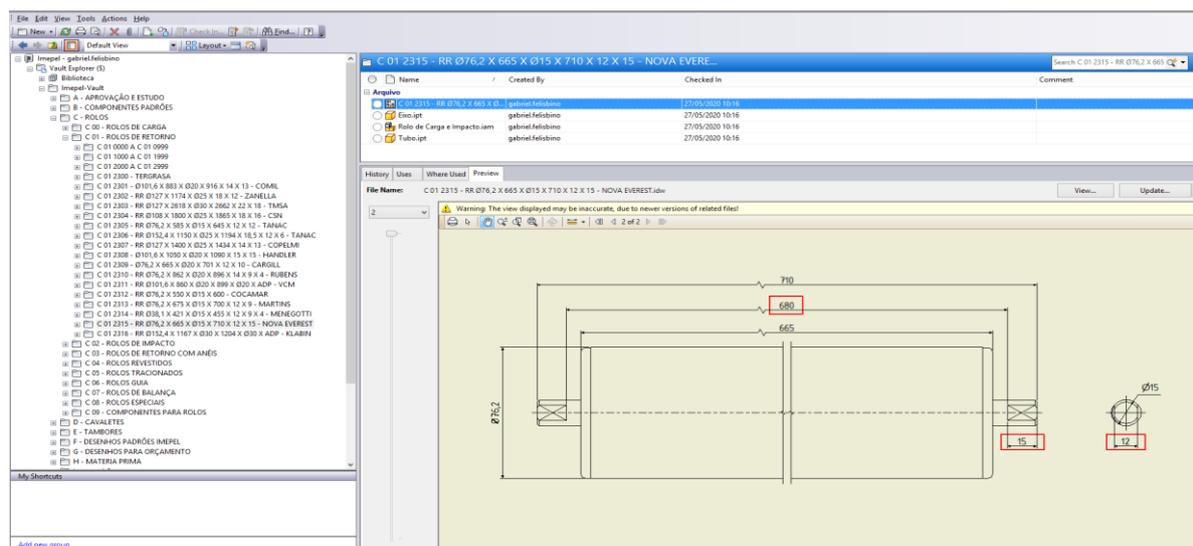


Figura 16 – Vault (Do autor, 2020).

Permite a equipe, organizar e reutilizar os desenhos, consolidando a informação sobre o produto, e reduzindo a necessidade de recriar desenhos desde o início. Usuários podem armazenar e procurar dados de CAD (tais como Autodesk Inventor, ficheiros DWG e DWF) e ficheiros não CAD (tais como Microsoft Word e Microsoft Excel).

2.3.3 SE Suite

O SoftExpert Excellence Suite é uma a solução que atende de forma colaborativa todas as demandas críticas para a excelência no desempenho organizacional.

Os componentes do SoftExpert Excellence Suite podem ser implementados à medida que as necessidades da empresa cresçam e exijam a incorporação de novas funcionalidades.

Em qualquer cenário, somente uma plataforma completa e integrada permitirá que todas estas iniciativas estejam interconectadas de forma produtiva e eficaz, como as peças de um quebra-cabeça.

The screenshot shows the IMEPEL software interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home', 'Portais', 'Minhas tarefas', 'Componentes', and 'Atalhos'. Below this, the main area is titled 'Execução de atividade'. On the left, there is a search filter panel with a search bar and a list of process types including 'Registro de desvios', 'Compra de Embalagem Especial', 'Fluxo do Orçamento', and 'Desenhar e cadastrar produtos para Pedidos de Venda'. The main table displays a list of activities with columns for 'P', 'TR', 'SW', 'SLA', 'PR', 'D', 'A', 'Atividade', 'Habilitada em', 'Prazo', 'Identificador', and 'Titulo'. The table contains several rows of data, with the last row highlighted in yellow.

P	TR	SW	SLA	PR	D	A	Atividade	Habilitada em	Prazo	Identificador	Titulo
							Conferir calculo de Embalagem Especial	28/05/2020 10:10:49	28/05/2020 14:10	EMB-ESP000032	PEDIDO 3540 - CODELCO - EXPORTAÇÃO
							Reconferir desenho	28/05/2020 10:30:14	28/05/2020 14:30	010528	PEDIDO 3400 - 1/1 - PAC012467 - SIMULTEC S.A.C.
							Mauricio	28/05/2020 09:43:31	28/05/2020 17:00	010815	COTACAO 4171 - C000533 - COMPANIA MINERA MISKI MAYO S.R.L.
							Apoiar na solução do Desvio	28/05/2020 08:46:38	29/05/2020 07:46	DSV002475	OP 4054 - CSN - COMPRIMENTO DOS ANÉIS DE BORRACHA.
							Desenhar e cadastrar produtos para Pedido de Venda	26/05/2020 16:51:17	29/05/2020 13:51	010862	PEDIDO 3526 - 1/1 - PAC010080 - USINAS SIDERURGICAS DE MINAS GERAIS SA.
							Desenhar e cadastrar produtos para Pedido de Venda	27/05/2020 12:59:13	01/06/2020 09:59	010927	PEDIDO 3541 - 1/4 - PAC012296 - CELULOSE NIPO BRASILEIRA SA
							Desenhar e cadastrar produtos para Pedido de Venda	27/05/2020 12:59:21	01/06/2020 09:59	010928	PEDIDO 3541 - 2/4 - PAC012297 - CELULOSE NIPO BRASILEIRA SA
							Desenhar e cadastrar produtos para Pedido de Venda	27/05/2020 12:59:27	01/06/2020 09:59	010929	PEDIDO 3541 - 3/4 - PAC012298 - CELULOSE NIPO BRASILEIRA SA
							Desenhar e cadastrar produtos para Pedido de Venda	27/05/2020 12:59:35	01/06/2020 09:59	010930	PEDIDO 3541 - 4/4 - PAC012298 - CELULOSE NIPO BRASILEIRA SA
							Desenhar e cadastrar produtos para Pedido de Venda	28/05/2020 09:21:22	01/06/2020 16:21	010961	PEDIDO 3545 - 1/1 - PAC001120 - VOTORANTIM CIMENTOS S.A

Figura 17 – SE Suite (Do autor, 2020).

Nesse software todos os setores da empresa são conectados e monitorados, a produção dos pedidos começa com a criação do item e passa por cada setor para que as atividades sejam feitas, por exemplo, no setor de engenharia chega a atividade de projetar e desenhar os itens, criada pelo comercial, e após a execução segue para o setor de MEP (métodos e processos), e assim por diante até chegar no produto final.

2.3.4 SAP Business

O SAP Business One é considerado, simultaneamente, um sistema e também um negócio. Ele pode ser definido como a representação lógica da empresa de forma centralizada, permitindo a integração de dados oriundos de todas as áreas em tempo real. Assim, torna-se uma solução de gerenciamento para todo tipo de negócio.

Vale ressaltar que esse software de gestão é personalizável e se ajusta aos processos de qualquer negócio, independentemente do porte. Isso acontece porque tem a capacidade de se mesclar com outros aplicativos usados na empresa,

transferindo e integrando as informações por meio desses sistemas menores, no caso da Imepel o software é integrado ao SE Suite.

Em outras palavras, o SAP Business pode ser visto como uma aplicação para a gestão unificada de todas as rotinas do negócio. As suas funcionalidades tornam mais simples a visualização sobre os indicadores da companhia, as ações dos profissionais e as receitas internas. Assim, a gestão pode ser executada com mais precisão, agilidade e segurança.

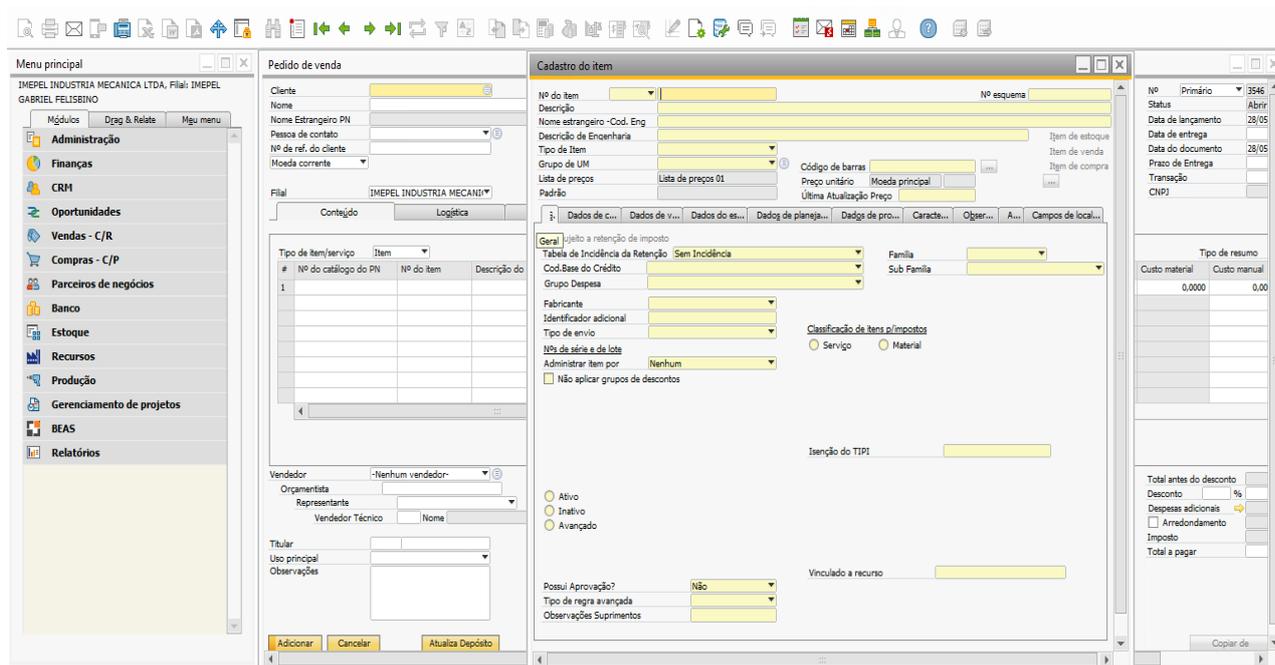


Figura 18 – SAP Business (Do autor, 2020).

O SAP Business possui um conjunto de funcionalidades que auxiliam profissionais a solucionarem demandas do dia a dia. Elas são voltadas para o ambiente administrativo do negócio, automatizando rotinas e criando um fluxo de trabalho mais prático e inteligente.

Para o setor de engenharia da Imepel, o programa em questão tem grande importância, pois é nele que as informações sobre os itens são armazenadas. Toda a estrutura do produto é criada dentro do SAP, por exemplo, cada matéria prima utilizada em um rolo, os processos envolvidos, custos, desenhos de produção, etc.

3. CONCLUSÃO

Após a realização do estágio obrigatório, foi observada a importância do embasamento teórico para a criação de alternativas durante a resolução de dificuldades cotidianas dentro da área da engenharia mecânica.

Por meio de cálculos e assuntos abordados durante o curso podemos sanar as necessidades do mercado de trabalho executando projetos mecânicos que resultarão em componentes eficazes.

Durante esse período foi possível observar a importância do setor de engenharia para a Imepel, pois é nesse setor que todos os projetos tomam forma e seguem para produção. Dentro da instituição a busca por melhorias de projetos, processos e aumento da qualidade dos componentes, são objetivos constantes na empresa.

O estágio obrigatório do curso de engenharia mecânica estimula o educando a exercitar sua criatividade e teve seu propósito alcançado, pois introduziu o aluno no mercado e direcionou-o para uma área da engenharia mecânica em constante crescimento.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6678: Transportadores contínuos – Transportadores de correias – Roletes – Projeto, seleção e padronização**. Rio de Janeiro, 2007.

IMEPEL. Empresa, **Produtos**. Disponível em: <https://www.imepel.com.br/>. Acesso em: 10 de Março de 2020.

SOFTEXPERT. **SE Suite**. Disponível em: <https://www.softexpert.com/>. Acesso em: 25 de Março de 2020.

AUTODESK. **Inventor, Vault**. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/>. Acesso em: 06 de Abril de 2020.

SAP. **SAP Business One**. Disponível em: <https://www.sap.com/>. Acesso em: 22 de Abril de 2020.