



**FACULDADE SATC**  
**ENGENHARIA MECÂNICA**



**APLICAÇÃO DA ENGENHARIA MECÂNICA NO SETOR COMERCIAL**

Marcos Otávio Costa

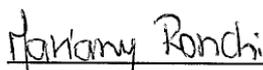
Criciúma,  
Julho, 2020

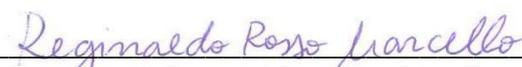


Marcos Otávio Costa

## APLICAÇÃO DA ENGENHARIA MECÂNICA NO SETOR COMERCIAL

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

  
Mariany Ronchi

  
Reginaldo Rosso Marcello, Me. Eng.

Criciúma,  
Julho, 2020

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais pelo esforço e dedicação de sempre me apoiarem a continuar.

Agradeço também a minha supervisora Mariany Ronchi, pelo apoio e dedicação em transmitir seu conhecimento.

Por fim, mas não menos importante, meus agradecimentos a Imepel e a todos seus colaboradores.

## RESUMO

Sempre existiu o estigma de que o engenheiro mecânico deveria trabalhar exclusivamente no setor de engenharia. Contudo, com o decorrer dos anos e a mudança no comportamento de compra e venda no mercado global essa visão foi sendo ampliada possibilitando ao acadêmico de engenharia atuar em diversas áreas. Desta forma, o ingresso de engenheiros em setores tais como, comercial, suprimentos, qualidade, gestão de equipes e etc., foi se tornando cada vez mais comum. O atual momento do mercado de trabalho permite que profissionais do ramo da engenharia atuem como vendedores e consultores técnicos, atendendo a clientes cada vez mais exigentes. Visando este crescimento, a empresa Imepel promoveu o estágio oportunizando ao acadêmico o desenvolvimento e aplicação dos conhecimentos técnicos em diversas áreas para atuar como vendedor e consultor, permitindo a realização de trabalhos voltados a área de ciências dos materiais, verificando a equivalência de materiais importados e nacionais, a utilização de normas para dimensionamento e verificação de produtos e o aperfeiçoamento dos conhecimentos de solda e seus processos de ensaios não destrutivos. Esta experiência atuou favorecendo ao acadêmico vivenciar na prática conceitos que eram somente teóricos. Tais experiências motivam o desenvolvimento do profissional para o mercado de trabalho.

Palavras-chave: engenheiro; comercial; normas; desenvolvimento.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Apresentação de rolos, cavaletes e tambor (Imepel, 2020)	9
Figura 2 – E-mail solicitação de orçamento (do Autor, 2020).	10
Figura 3 – Dimensionamento de rolo, por carga atuante (do Autor, 2020).	10
Figura 4 – Modelo de PIT enviado pelo cliente (do Autor, 2020).	11
Figura 5 – Lista de material (do Autor, 2020).	12
Figura 6 – Detalhes de solda, desenho cliente (do Autor, 2020).	12
Figura 7 – Formulação de preço (do Autor, 2020).	13
Figura 8 – Sistema <i>Winbelt</i> (Imepel, 2020).	14

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Comparação química entre aço 709M40 e ASTM 4140.	12
---	----

## **LISTA DE ABREVIações**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

PIT – Plano de Inspeção e Testes;

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE ABREVIACÕES.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2 A EMPRESA .....</b>	<b>8</b>
<b>2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 DIMENSIONAMENTO DE ROLOS, CONFORME ABNT 6678. ....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 VERIFICAÇÃO DE PIT (PLANO DE INSPEÇÃO E TESTE). ....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 INTERPRETAÇÃO DE DESENHOS E PROCESSOS.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 FORMAÇÃO DE PREÇOS DE ITENS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 APOIO TÉCNICO NO DESENVOLVIMENTO DO SUPORTE DE ELEVAÇÃO WINBELT. ....</b>	<b>13</b>
<b>2.6 ATIVIDADES EXTRAS. ....</b>	<b>14</b>
<b>3. CONCLUSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>16</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O campo de atuação de um engenheiro mecânico com o tempo foi evoluindo de um profissional voltado a área de projetos e cálculos para uma linha de solucionador de problema, sendo esses de diversas áreas, desde problemas de campo em plantas fabris a problemas de gestão de equipes comerciais, de engenharia, entre outras.

O estágio aconteceu no setor comercial da empresa, visando iniciar um trabalho diferenciado de atendimento a fabricantes de equipamentos que necessitam de um aporte técnico em suas negociações e orçamentos, necessitando de um profissional que realizasse a integração entre o setor comercial, engenharia e orçamentos, utilizando seus conhecimentos em ciências dos materiais, desenho técnico, custos industriais, planejamento e controle de produção, usinagem e entre outras matérias do curso.

Com base nesta necessidade da empresa, é esperado que o profissional realize interpretações de desenhos técnicos, avaliação de materiais solicitados, realização de cálculos de rolamentos e componentes para transportadores, formação de preço de produtos e auxílio a clientes em suas dúvidas técnicas.

### 1.2 A Empresa

A Imepel é uma empresa do ramo metal mecânico, localizada em Siderópolis, Santa Catarina, com mais de 25 anos no ramo de fabricação de rolos, cavaletes e tambores para transportadores contínuos. Sua atuação abrange o mercado nacional e internacional, atendendo empresas de diversos segmentos, sendo os principais mineração, petroquímico, papel e celulose e fabricantes de equipamentos.

Inicialmente a empresa fabricava somente rolos para carboníferas da região de Criciúma contudo com a evolução da tecnologia juntamente com o aperfeiçoamento do processo a mesma expandiu suas operações para fora do estado e conseqüentemente para o território nacional. A partir desta expansão veio a necessidade de fabricação dos demais itens necessários para compor um transportador contínuo, viabilizando duas novas linhas de produtos: tambores e cavaletes. Com este crescimento no mercado, a Imepel se tornou a maior fabricante

de rolos do Brasil, produzindo cerca de 50 (cinquenta) mil unidades/mês. Na Fig. 1 estão representados os principais itens de fornecimento atualmente:



Figura 1 – Apresentação de rolos, cavaletes e tambor (Imepel, 2020).

## 2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Trabalhando no setor comercial, voltado ao atendimento da área técnica surgem diversas oportunidades de aplicação dos conhecimentos adquiridos durante a graduação de Engenharia Mecânica. Nos tópicos abaixo serão demonstradas algumas das atividades desenvolvidas.

### 2.1 Dimensionamento de rolos, conforme ABNT 6678.

Um das atividades desenvolvidas é o auxílio aos clientes para o desenvolvimento de rolos específicos para algumas aplicações. Neste caso, nosso cliente solicitou que a Imepel realizasse o orçamento de um rolo para uma esteira de *big bag*. Conforme apresentado na Fig. 2, o e-mail enviado pelo cliente informava as dimensões básicas necessárias para aplicação, contudo se faz necessário a validação das informações através de cálculos de carga e deflexão do eixo.

<p>ROLETES PARA TRANSPORTADOR DE CORREIA PLANO DE 48" DE LARGURA (ESTEIRA BIG BAG)</p> <p>- 205 peças – Rolete <math>\varnothing</math> 6" X 1.295 mm x 1.327 mm– Eixo <math>\varnothing</math> 30 mm (dimensionar conforme necessidade) x 22 mm x 12 mm – Rolamento SKF/NSK/FAG 6306 2RS C3</p> <p>* 250 kg/rolete  * Velocidade 8 m/min  * Adotar coeficiente de segurança necessário.</p>
--

Figura 2 – E-mail solicitação de orçamento (do Autor, 2020).

Com as informações encaminhadas pelo cliente, é verificado o fator de segurança necessário para aplicação. Como a aplicação é de baixo risco utilizou-se o coeficiente de segurança de 1.3, determinado isto, é realizado a inclusão dos dados na tabela de dimensionamento para verificação e análise do responsável técnico. Conforme demonstrado na Fig. 3.

CARGA ATUANTE (KG)	Veloc. (m/s)	ØROLO (mm)	ØTUBO (mm)	PAREDE (mm)	ØEIXO (mm)	ROLAMENTO	COMP. TUBO (mm)	COMP. EIXO (mm)	ENTRE ENCAIXES (mm)	ROTAÇÃO (RPM)	ØEIXO	VIDA ÚTIL (HORAS)	DISTANCIA ENCAIXE/ROLAMENTO (mm)	DISTANCIA ROLAMENTO/ROLAMENTO (mm)	CARGA RADIAL (N)	CARGA AXIAL (N)	DEFLEXÃO (mm)
325	0,13	152,4	152,4	3,75	30	6306	1327	1360	1335	16,2915	36	2187890,566	41	1253	1594,125	159,4125	16,85884
325	0,13	152,4	152,4	3,75	40	6306	1327	1360	1335	16,2915	36	2187890,566	41	1253	1594,125	159,4125	5,334243

Figura 3 – Dimensionamento de rolo, por carga atuante (do Imepel, 2020).

Conforme a norma ABNT 6678, (2017) a deflexão máxima de um eixo em rolos não pode ultrapassar os nove minutos, assim, conforme apresentado na primeira linha da Fig. 3, caso o rolo fosse aplicado conforme detalhamento do cliente o modelo configurado não suportaria as condições de trabalho e não atenderia aos requisitos da norma. Para atender as condições mínimas, foi proposto a alteração do diâmetro do eixo, passando de 30 mm para 40 mm, sendo que a partir dessa alteração a deflexão teve uma queda de aproximadamente 68%, saindo de 16' para 5' ficando abaixo de 9' conforme determinado pela norma ABNT 6678, (2017).

Após a determinação do eixo e do rolamento que será utilizado, é necessário determinar qual a configuração de fabricação do rolo é a mais adequada, considerando as diversas variáveis disponíveis em Know How da Imepel.

## 2.2 Verificação de PIT (Plano de inspeção e teste).

A Imepel atende diversos fabricantes de equipamentos no segmento de mineração, todavia, estes solicitam diversas documentações e testes a serem aplicados em seus equipamentos e é função do vendedor técnico realizar uma análise

preliminar do PIT. Como o documento trata de diversos ensaios não destrutivos, ao realizar a leitura é fundamental possuir conhecimentos técnicos suficientes para analisar e definir o atendimento sobre ensaio de ultrassom, líquido penetrante, partícula magnética, dureza, entre outros. Na Fig. 4 temos o modelo do documento enviado e está destacado em vermelho a indicação de alguns ensaios.

Etapa	Descrição da inspeção		Responsabilidades do Fornecedor				
			Processo de inspeção		Anexo	Método	
			Condição do material	Estágio de fabricação		Método / Processo Especificação / Tolerância	Técnica de medição e avaliação
<b>1. DOCUMENTAÇÃO DE SOLDAGEM E END</b>							
1.1	EPS / RQPS e Qualificação de Soldadores	Não	Antes de iniciar a fabricação	Antes de iniciar a fabricação	N/A	Procedimentos de soldagem e qualificação dos soldadores conforme AWS D1.1: 2015 Parte A, Item 6.3 e 6.4	Revisão de documentos
1.2	Procedimentos para ensaios não destrutivos: Ultrassom (UT) e Partícula Magnética (PM)	Não	Antes de iniciar a fabricação	Antes de iniciar a fabricação	N/A	Conforme AWS D1.1: 2015, Parte D itens 6.14.3 (UT), 6.14.4 (MT), em complemento parte G, Item 6.35	Revisão de documentos
1.3	Qualificação dos inspetores de END - Ultrassom (UT) e Partícula Magnética (PM)	Não	Antes de iniciar a fabricação	Antes de iniciar a fabricação	N/A	Conforme AWS D1.1: 2015, Part D, Item 6.14.6	Revisão de documentos
2.3	Dureza	Não	Matéria-prima	Inspeção de Recebimento	N/A	Os eixos deverão ser em aço SAE 1045 ou SAE 4140 beneficiado para dureza mínima de 280/300 HB, forjado no perfil final, conforme NBR NM87	Revisão de documentos

Figura 4 – Modelo de PIT enviado pelo cliente (do Autor, 2020).

### 2.3 Interpretação de desenhos e processos.

Devido ao grande volume de cotações e orçamentos enviados por clientes, é imprescindível a verificação dos desenhos enviados, analisando criticamente os materiais que compõem o produto. Nesta situação apresentada na Fig. 5, o cliente enviou para orçamento um produto que solicita o material 709M40, contudo a denominação não é conhecida nacionalmente. Com base nisto é de grande importância encontrar um material similar nacional com as mesmas características. Realizou-se uma pesquisa em sites especializados para encontrar a folha de dados do material 709M40.

ITEM NO	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	SHAFT	709M40 (EN19HT)	1
2	LOCKING ELEMENT	1006	2
3	END DISC	S355JR (350WA)	2
4	SHELL	S355JR (350WA)	1
5	LAGGING	12mm Ceramic	1
6	200-LOCKING ELEMENT COVER		2
7	HOUSING	SNLD 3136 Tac (Ductile Iron)	2
8	KEY	Mild Steel	1

Figura 5 – Lista de material (do Autor, 2020).

Com a folha de dados referente ao material 709M40, foi identificada sua composição básica e partindo destes dados foi realizada a pesquisa para encontrar o material nacional compatível. Como princípio para a pesquisa tomou-se materiais que já são utilizados para fabricação de eixos em produtos semelhantes, tais como SAE 1045 e ASTM 4140. Com estes dados montou-se a Tab. 1 para análise e comparação, os valores contidos na mesma é a média entre o máximo e o mínimo de cada elemento.

Tabela 1 – Comparação química entre aço 709M40 e ASTM 4140.

	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo
<b>709M40</b>	0,400	0,225	0,850	0,020	0,017	1,05	0,200	0,300
<b>4140</b>	0,400	0,225	0,900	0,012	0,007	1,000	0,125	0,225

Analisando a composição química de ambos chegou à conclusão de que o ASTM 4140 poderia substituir o aço 709M40. Desta forma o orçamento para o cliente foi realizado e informado sobre a substituição do material.

Juntamente com a análise do material realizou-se a verificação das soldas informadas no desenho enviado, conforme apresentado na Fig. 6.

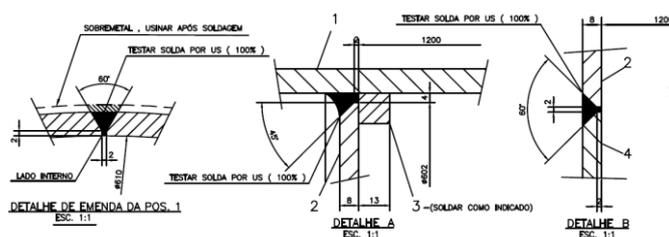


Figura 6 – Detalhes de solda, desenho cliente (do Autor, 2020).

Com a análise das soldas é possível verificar se os processos internos da empresa atendem os requisitos solicitados pelo cliente, como a utilização de cobre junta, realização de chanfros e máquinas para usinagem externa do produto após a solda.

## 2.4 Formação de preços de itens.

Como parte do processo de vendas, a etapa de formação de preço está contida nas atividades de rotina. Esta atividade consiste em uma análise crítica dos custos enviado pelo setor de orçamentos, verificação dos parâmetros internos da empresa e informações tributárias. Este processo é realizado utilizando um modelo padrão, apresentado na Fig. 7, sendo que os valores demonstrados são apenas didáticos para representação deste relatório.

Descrição	Qtde	Valor Item	% Lucro	Estrutura	MOD	PAR	Valor Total
CAVALETE TRANSIÇÃO 72° X 24° @ 42°	1	R\$ 100,00	10,00	R\$ 20,00	R\$ 21,00	60,00	R\$ 100,00
ROLO CARGA Ø127.00 X 0438 X Ø25 X 0470 X 18 X 12	2	R\$ 120,00	11,00	R\$ 25,00	R\$ 26,00	61,00	R\$ 240,00
TAMBOR MOVIDO Ø200/Ø200 X 1000 X Ø50 X 1180	3	R\$ 130,00	12,00	R\$ 30,00	R\$ 31,00	62,00	R\$ 390,00

Figura 7 – Formulação de preço (do Autor, 2020).

Após a formulação de preço, o supervisor responsável valida o cálculo e demais diretrizes de lucratividade e se estiver conforme os padrões da empresa o envio ao cliente é autorizado, caso contrário, retorna para revisão.

## 2.5 Apoio técnico no desenvolvimento do suporte de elevação *Winbelt*.

Uns dos pontos importantes da engenharia é a realização de projetos. No período retratado no estágio, foi necessário o aperfeiçoamento do sistema de segurança de elevação de correias *Winbelt*. Desta forma foi solicitado ao corpo técnico da empresa Imepel juntamente com o setor comercial, a realização de um novo projeto deste sistema. O novo projeto do equipamento segue demonstrado na Fig. 8.



Figura 8 – Sistema *Winbelt* (Imepel, 2020).

## 2.6 Atividades extras.

Durante o período vigente deste estágio ocorreram algumas atividades que envolveram a necessidade e aplicação dos conhecimentos adquiridos durante o curso. Como algumas delas possuem informações confidenciais da empresa, será apresentado um breve relato de cada ação.

- Visitas técnicas em clientes, para verificação de aplicação de produtos e auxílio técnico na resolução de problemas.
- Verificação e acompanhamento de processos de fabricação internos da empresa, como soldagem, usinagem e entre outros.
- Apoio técnico em inspeções externas de qualidade.
- Apoio técnico na homologação de novos fornecedores de serviços associados a ensaios não destrutivos e tratamento térmico.

### **3. CONCLUSÃO**

Este estágio demonstrou quão abrangente é o campo de atuação de um engenheiro mecânico. Possibilitando ao mesmo atuar desde setores exclusivamente técnicos a setores comerciais.

Como demonstrado neste relatório, os conhecimentos adquiridos durante o a graduação foram fundamentais para atividades desenvolvidas pelo acadêmico. Sendo elas, resistência dos materiais, ciências dos materiais, soldagem, desenho técnico, engenharia econômica e custos.

Outro ponto relevante são os conhecimentos adicionais adquiridos durante o decorrer dos processos, como métodos de negociação, aplicação de normas para desenvolvimento de produtos, métodos de fabricação, processamento de produtos, rotinas fabris e administrativas e de forma geral, a relação teoria x prática.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 6678**: Transportadores contínuos - Transportadores de correias - Roletes - Projeto, seleção e padronização. Rio de Janeiro: Abnt, 2017.

Imepel Industria Mecânica Ltda. Disponível em: <https://www.imepel.com.br/>. Acesso em: 12 de junho de 2020.