

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

PAULO FRANCISCO BONFIM MARTINS

**AUTOMAÇÃO DE UMA PRENSA HIDRÁULICA PARA PRENSAR  
BUCHA DE DESLIZAMENTO EM SUPORTE DA DIREÇÃO DE  
CAMINHÃO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA  
2019

PAULO FRANCISCO BONFIM MARTINS

**AUTOMAÇÃO DE UMA PRENSA HIDRÁULICA PARA PRENSAR  
BUCHA DE DESLIZAMENTO EM SUPORTE DA DIREÇÃO DE  
CAMINHÃO**

Monografia de Especialização, apresentada ao Curso de Especialização em Automação Industrial, do Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Valmir Oliveira

CURITIBA  
2019



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Curitiba

Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Departamento Acadêmico de Eletrônica  
Curso de Especialização em Automação Industrial



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

AUTOMAÇÃO DE UMA PRENSA HIDRÁULICA PARA PRENSAR BUCHA DE  
DESLIZAMENTO EM SUPORTE DA DIREÇÃO DE CAMINHÃO

por

PAULO FRANCISCO BONFIM MARTINS

Esta monografia foi apresentada em 05 de Dezembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Automação Industrial. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Valmir de Oliveira  
Orientador

---

Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas  
Membro titular

---

Prof. M. Sc. Omero Francisco Bertol  
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso

## RESUMO

MARTINS, Paulo Francisco Bonfim. **Automação de uma prensa hidráulica para prensar bucha de deslizamento em suporte da direção de caminhão**. 2019. 36 p. Monografia de Especialização em Automação Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Por meio da constante preocupação da organização com a busca por aumento de capacidade de produção e como consequência aumento dos lucros, foram ampliados os estudos para automatizar uma prensa hidráulica de fabricação da própria empresa. A modificação no equipamento tem objetivo agregar valor ao processo de montagem das buchas de deslizamento do eixo de controle da direção de caminhões de grande porte, além de melhorar a qualidade do ambiente de trabalho aos operadores, que atualmente trabalha de forma manual e repetitiva. O projeto busca aumento de produção e maior qualidade ao produto final.

**Palavras-chave:** Automatizar. Lucro. Prensa. Agregar valor.

## **ABSTRACT**

MARTINS, Paulo Francisco Bonfim. **Automation of a hydraulic press to press slide bushing in support of the truck direction**. 2019. 36 p. Monografia de Especialização em Automação Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

Through the constant concern of the organization with the search for increased production capacity and as a consequence increased profits, studies were expanded to automate a hydraulic press manufacturing the company. The modification in the equipment has the purpose of adding value to the assembly process of the sliding bushes of the control shaft of the direction of large trucks, besides improving the quality of the working environment to the operators, who currently works in a manual and repetitive way. The project seeks to increase production and higher quality to the final product.

**Keywords:** Automate. Profit. Press. Aggregate value.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Prensa hidráulica comercial .....	13
Figura 2 - Transmissão de energia hidráulica (lei de Pascal).....	15
Figura 3 - Bomba hidráulica de engrenagem rexroth .....	16
Figura 4 - Válvula direcional .....	17
Figura 5 - Válvula reguladora de vazão Parker .....	18
Figura 6 - Manômetro hidráulico.....	19
Figura 7 - Cilindro de simples ação retorno por gravidade .....	20
Figura 8 - Cilindro hidráulico de dupla ação .....	21
Figura 9 - Reservatório para fluido hidráulico.....	22
Figura 10 - Fotos da prensa antes da adequação.....	26
Figura 11 - Prensa depois da adequação .....	31
Fluxograma 1 - Etapas do estudo de caso .....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade da prensa por turno antes da automação.....	29
Tabela 2 - Capacidade da prensa antes da automação .....	29
Tabela 3 - Faturamento diário antes da automação .....	30
Tabela 4 - Capacidade da prensa depois da automação .....	30
Tabela 5 - Faturamento diário depois da automação .....	31

## LISTA DE UNIDADES DE MEDIDAS E SIGLAS

A	Ampère
A	Área
Atm	Atmosfera
CLP	Controlador Lógico Programável
F	Força
Hz	Hertz
IHM	Interface homem máquina
kg/cm <sup>2</sup>	Quilograma por centímetro quadrado
l/h	Litros por hora
l/s	Litros por segundo
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
mA	Miliampère
P	Pressão
PSI	Libra por polegada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1 PROBLEMA .....	10
1.2 OBJETIVOS .....	10
1.2.1 Objetivo Geral .....	10
1.2.2 Objetivos Específicos .....	10
1.3 JUSTIFICATIVA .....	11
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>12</b>
2.1 PRENSA HIDRÁULICA .....	12
2.2 SISTEMA HIDRÁULICO .....	13
2.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA HIDRÁULICO .....	15
2.3.1 Bomba Hidráulica de Engrenagem .....	15
2.3.2 Válvulas Direcionais .....	16
2.3.3 Válvulas Reguladora de Pressão .....	17
2.3.4 Válvula Reguladora de Vazão .....	18
2.3.5 Bloco Manifold .....	18
2.3.6 Manômetro .....	19
2.3.7 Cilindro Simples Atuação Hidráulico .....	20
2.3.8 Cilindro Hidráulico Dupla Ação .....	20
2.3.9 Condutores de Fluido Hidráulico .....	21
2.3.10 Filtros .....	21
2.3.11 Tanque ou Reservatório .....	22
2.4 COMPONENTES PARA AUTOMAÇÃO .....	22
2.4.1 Controlador Lógico Programável (CLP) .....	22
2.4.2 Rele de Interface .....	23
2.4.3 Contator de Potência .....	23
2.4.4 Interface Homem Máquina (IHM) .....	23
2.4.5 Barreira de Segurança .....	24
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>25</b>
3.1 BUSCAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
3.1.1 Buscas em Revistas Eletrônicas .....	25
3.1.2 Visita Técnica .....	25
3.2 TRABALHO DE CAMPO .....	26
3.2.1 Registros da Prensa Antes da Automatização .....	26
3.2.2 Fluxograma das Etapas do Estudo .....	27
3.2.3 Execução do Projeto .....	28
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
4.1 VOLUME DE PRODUÇÃO POR HORA ANTES DA MELHORIA .....	29
4.2 PEÇAS MONTADAS POR TURNO ANTES DA ADEQUAÇÃO .....	29
4.3 FATURAMENTO DIÁRIO DA EMPRESA ANTES DA ADEQUAÇÃO .....	30
4.4 VOLUME DE PRODUÇÃO POR HORA DEPOIS DA MELHORIA .....	30
4.5 FATURAMENTO DIÁRIO DA EMPRESA DEPOIS DA ADEQUAÇÃO .....	30

4.6 PRENSA DEPOIS DA REFORMA E ADEQUAÇÃO .....	31
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICE A - Programa CLP desenvolvido para a automação .....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria automotiva e seus fornecedores, no cenário atual de extrema competitividade e busca de eficiência, devem operar de forma eficiente e com a maior qualidade possível.

As empresas e indústrias do ramo metalúrgico, com propósito de se destacarem no mercado e oferecerem produtos usinados e montados de elevada qualidade, precisam inevitavelmente implementar sistemas de controle e automação nos equipamentos. Tais aprimoramentos permitem oferecer melhor eficiência, produtividade e competitividade. Quando o produto fornecido é terceirizado, onde a concorrência está cada vez maior, a redução no custo de produção é uma das maneiras de manter uma fatia de mercado.

A automação de um processo, objetiva a melhoria contínua do mesmo pois com ela podemos produzir com maior qualidade, rapidez e segurança de operadores envolvidos, além de otimizar os recursos e com isso buscar alternativas de maximizar os lucros e resultados das empresas.

Processos automatizados requerem menor interferência humana e de tal forma apresentam maior repetibilidade, rapidez e otimização dos recursos oferecido pela máquina.

Segundo Lamb (2013, p. 3), “Os sistemas de automação conseguem incorporar facilmente inspeções e verificações a fim de reduzir o número de produtos fora de um determinado padrão de produção”.

Ao realizar a implementação do sistema de automação, assegura-se a melhoria de um processo produtivo, normalmente seguidos por ganhos de qualidade.

A atualização e automatização da prensa hidráulica em uma empresa trará benefícios enormes e alavancar a produção, o sistema elétrico e o controle serão reformulados com produtos novos e projeto estruturado para absolver o melhor do equipamento. Esse será o escopo principal do presente trabalho.

A necessidade de produção diária de peças prensadas em volume, justifica o investimento para melhoria em uma prensa hidráulica. Com tal atualização espera-se ganhos em produtividade e qualidade em curto prazo.

## 1.1 PROBLEMA

Em um processo produtivo semiautomático ou manual, a qualidade do produto está diretamente relacionada ao conhecimento e expertise do operador. Com a falta do ciclo automático em uma prensa hidráulica aplicada na prensagem da bucha de deslizamento do eixo do comando de direção em caminhões pesados, a produção da peça é limitada e a uniformidade da produção não são garantidas, uma vez que o processo é semiautomático e depende da interferência humana.

Peças com baixa carga de prensagem, ou até mesmo sem que a bucha chegue em seu alojamento final já foram entregues ao cliente. Com falhas deste nível, os retrabalhados são necessários e com eles aumento do custo da produção, redução no lucro e perda de credibilidade frente ao cliente, tudo o que não se deseja.

Outro ponto importante a ser lembrado, é que o tempo de ciclo torna se alto, e variável, ficando difícil a monitoração dos tempos e controle de produção. A variação no número de peças produzidas se dá pelo fato de que cada operador que atua na máquina tem seu jeito de trabalhar, uns com maior agilidade outros menos.

## 1.2 OBJETIVOS

Automatizar uma prensa hidráulica, de forma que o operador não necessite ficar 100% do tempo em frente a máquina e dessa forma, liberando tempo para fazer outras atividades do processo.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Propor a automação de uma prensa de fabricação da própria empresa, visando melhor qualidade do produto prensado e aumento da produtividade com segurança aos envolvidos no processo.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral neste trabalho de conclusão de curso de especialização os seguintes objetivos específicos serão abordados:

- Projetar um sistema de automatização para a prensa hidráulica;
- Desenvolver programa CLP para controle do sistema (Apêndice A);

- Propor solução para melhorar a segurança de operação da máquina;
- Aumentar a qualidade do produto.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

As indústrias espalhadas pelo mundo vêm disputando, acirradamente, todas as fatias de mercado. Cada detalhe se faz importante na hora de produzir ou desenvolver um produto. No caso em estudo apresentado a empresa X precisa buscar diferenciação no mercado, tais como: produzindo peças de qualidade e tendo um volume maior de produção para cumprir encomendas e até expandir mercado, além de oferecer mais robustez e segurança a seus processos.

A automação da prensa de montagem de buchas, aplicada em eixo de direção para caminhões, vem de encontro aos dados citados acima, sendo desta forma um projeto de elevado potencial para implantação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A automação industrial possui diversos benefícios, que surgem de processos que incluem projetos, avaliações e componentes, a fim de obter um sistema que atenda as mais diversas exigências e demandas dentro do mercado.

Dentre os benefícios observados que são oriundos da automação, é possível notar que um dos mais significativos é o aumento da produtividade aliado a melhoria da qualidade. A busca da perfeição exigida pelo mercado não pode ser obtido com uma pessoa, afinal, um operário não é capaz de fazer uma mesma ação repetitivamente com a mesma perfeição, por outro lado, a automação traz um sistema onde o computador é dotado de instruções para realizar o trabalho com o máximo de precisão, permitindo ciclos contínuos, por exemplo.

Outro fator notável dentro da automação industrial é melhoria da qualidade, já que é viável manter um padrão, com uniformidade e qualidade, onde o resultado está quase e/ou totalmente livre de erros que fazem parte do processo. Tal qualidade está atrelada ao benefício, também, de precisão, pois consegue-se assegurar um *timing* e a redução na probabilidade das falhas na linha de produção.

Dessa forma, levando em consideração os benefícios mencionados acima, adicionados a outros fatores que devem ser levados em consideração, a automação industrial surge como um processo que se sobressai em meio a outros avanços tecnológicos, que são medidas temporárias ou descartáveis.

### 2.1 PRENSA HIDRÁULICA

Prensas hidráulicas, apresentada na Figura 1, são classes de máquinas-ferramenta geralmente utilizadas para compactar, montar, conformar, cortar ou até mesmo ser adequado a outros diferentes processos. Seu modo funcional é dado através da movimentação do martelo ou punção, o movimento é proveniente de um sistema hidráulico de circuito fechado, no qual se utiliza um líquido pressurizado para empurrar o cabeçote de forma linear. Para Hibbeler (1999), a aplicação de uma força direta sobre um objeto ou material com pressão maior do que ele suporta, ultrapassa o limite de resistência projetado dando um novo formato, conhecer os limites de pressão é determinante para a eficácia do resultado final.

**Figura 1 - Prensa hidráulica comercial**



Fonte: A autoria própria<sup>1</sup>.

## 2.2 SISTEMA HIDRÁULICO

O termo hidráulico nasceu da grafia grega “hydra” que tem como significado água e da palavra "aulos" correspondente a cano ou tubo.

A hidráulica é o fenômeno que transforma o esforço posto sobre um fluido em movimento ou trabalho mecânico, sua força pode ser variada, dependendo da área onde o fluido será comprimido e do tipo de agente líquido utilizado no processo.

Os fluidos são agentes que escoam, e não possuem uma forma pré-definida, de tal forma assumem o formato do recipiente onde são alojados.

A hidrostática é a ciência física que estuda um fluido em equilíbrio, submetido a uma pressão. A hidrodinâmica, por sua vez, estuda a diferença de pressão entre dois pontos, ou seja, o movimento hidráulico.

Para Stewart (2002) em um sistema hidráulico pode-se utilizar qualquer tipo de fluido para dar movimento ao conjunto, água, óleo e outros agentes líquidos.

---

<sup>1</sup> Fonte: **Calende**: Máquinas para fundição e prensas hidráulicas. Disponível em: <<http://www.calende.com.br/>>. Acesso em: 17 out. 2019.

Segundo Palmieri (1997) qualquer causa capaz de realizar trabalho pode ser chamada de força, como exemplo podemos citar um corpo em repouso, para movimenta-lo de um lado para outro é necessário aplicar uma força sobre o mesmo. Um exemplo de aplicação de força é o macaco hidráulico muito utilizado em oficinas mecânicas, se um embolo do cilindro tiver área de 100cm<sup>2</sup> e o outro 10cm<sup>2</sup> e aplicado sobre ele uma carga de 80 kg terá força suficiente para elevar um carro ou objeto de até 800kg.

A Equação 1 mostra a relação entre as variáveis força, pressão e área:

$$F = P.A \quad (1)$$

Onde: F = Força, P = Pressão e A = Área.

Quando um fluido é empurrado do reservatório onde está armazenado, através de uma bomba de pressão positiva, dizemos que houve vazão do líquido, porém quando tal líquido encontra uma resistência ao escoamento, o mesmo passa a ser comprimido gerando pressão e por consequência força, sobre as paredes que o envolvem.

Por convenção a pressão é medida e validada pelo S.I. (Sistema Internacional de Unidades) pela unidade bar, porém há muitas outras formas de quantificar uma pressão, tais como as unidades kg/cm<sup>2</sup>, psi, Pa e muitas outras.

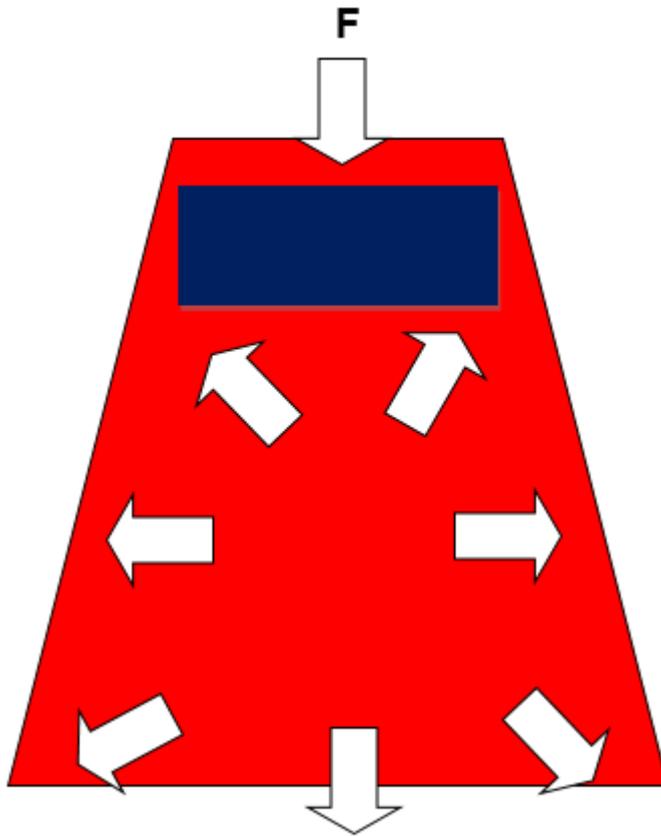
Segundo Stewart (2002), Trabalho é definido como um “produto entre força e deslocamento”, tendo sua força na mesma direção do deslocamento, podendo ser um corpo movido verticalmente em uma distância.

Quando aplicado uma maior vazão de fluido ao sistema o ganho é de velocidade do sistema. Para Fialho (2004), vazão é o volume de líquido empurrado pela bomba dentro um determinado tempo, quanto maior o volume e menor o período de tempo o conjunto se moverá com maior velocidade, As unidade de medida das vazão são m<sup>3</sup>/s, m<sup>3</sup>/h, l/h ou o l/s.

De acordo com a Lei de Pascal, citada em Moreira (2012), tem-se que a pressão exercida em um ponto qualquer de um fluido confinado é a mesma em todas as direções e exerce forças iguais em áreas iguais. Com esse princípio, os estudos ficaram conhecidos como “Lei de Pascal”, o exemplo é quando aplica-se uma força

em uma área com líquido confinada o resultado será uma pressão igual em todas as direções. A Figura 2 esboça o princípio de Pascal em um vaso pressurizado.

**Figura 2 - Transmissão de energia hidráulica (lei de Pascal)**



Fonte: Autoria própria.

## 2.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA HIDRÁULICO

### 2.3.1 Bomba Hidráulica de Engrenagem

As bombas de deslocamento de fluídos constituídas por um agrupamento e sincronização de engrenagens são conhecidas no mercado como bomba hidráulica de engrenagens, essas podem ser externas ou internas e até mesmo combinado os dois modelos.

O princípio de básico de funcionamento de uma bomba, é o movimento rotativo das engrenagens para causar o efeito de bombeamento. Para Santos (2007), "Uma bomba de engrenagem é uma bomba rotativa na qual as engrenagens giram para causar a ação de bombeamento".

A Figura 3 mostra uma bomba hidráulica de engrenagem, durante o seu funcionamento quando ela está desengrenada forma vácuo entre os dentes e com a

atuação da pressão atmosférica sobre o líquido o força a preencher os espaços vazios, sendo conduzidos por entre os dentes até um tubo direcionado o qual o líquido encontrará um caminho a fluir, essa ação também é conhecida como deslocamento positivo.

**Figura 3 - Bomba hidráulica de engrenagem rexroth**



**Fonte: Aatoria própria<sup>2</sup>.**

### 2.3.2 Válvulas Direcionais

As válvulas direcionais, por sua vez tem a função de dosar (direcionar) a quantidade de líquido que fluirá por determinadas tubulações ou mangueiras, Dentro do sistema elas são responsáveis por realizar o controle em diferentes classes de operação.

Moreira (2012) cita que operação de uma válvula pode ser classificada como: diretamente atuada, isso quando uma mola é empurrada para dar direção ao fluído e quando sem pressão essa entra em posição de repouso dando outra direção ao líquido. Outra forma de operação é a pilotada que acontece quando um sinal elétrico é enviado a uma bobina o qual movimenta o embolo da válvula de forma magnética, dando assim direção ao fluído.

As válvulas são diferenciadas por pressão e posição, onde tem-se um modelo diferente para cada circuito hidráulico, essas são conhecidas como vias. Nestes componentes existem as seguintes posições 2, 3 ou 4 vias podendo também ser atuadas de forma mecânica. Na Figura 4 mostra-se uma válvula direcional.

---

<sup>2</sup> Fonte: **Bomba hidráulica de engrenagem rexroth.** Disponível em: <<https://www.bruma.com.br/bombas-rexroth.php>>. Acesso em: 20 out. 2019.

**Figura 4 - Válvula direcional**



**Fonte: Autorial própria<sup>3</sup>.**

### 2.3.3 Válvulas Reguladora de Pressão

As válvulas reguladoras de pressão, como o próprio nome diz, são responsáveis por regular a pressão de um sistema hidráulico, tanto aumentado como diminuindo. Essa regulação é de fundamental importância para que o sistema possa realizar sua função de acordo com o planejado, pois uma falha de ajuste pode causar danos ao sistema e afetar a qualidade do produto fabricado pelo equipamento.

A atuação pode-se dar em cinco situações do processo:

1. Limitar a pressão do sistema,
2. Diferenciar pressões no caso de sistema que utiliza mais de uma válvula,
3. Determinar a pressão ajustada para a operação,
4. Determinar pressões simultâneas,
5. Controlar o descarregamento da bomba hidráulica.

Válvulas reguladoras de pressão são classificados por tamanho, tipo de rosca e nível de pressão máxima. Funcionam basicamente com a pressão de uma mola contra a pressão do sistema hidráulico, ou seja, a pressão da mola gera uma resistência ao fluxo. A regulação da pressão na válvula é feita através de um parafuso, que quanto mais apertado maior pressão é gerada e quando solto a pressão é reduzida, o qual atua diretamente na deformação da mola resistente ao fluxo.

---

<sup>3</sup> Fonte: **Válvula direcional**. Disponível em: <<https://www.boschrexroth.com/pt/br/produtos/grupos-de-produtos/hidraulica-industrial/on-off-valves/directional-valves/directional-spool-valves/direct-operated/we-6-e>>. Acesso em: 20 out. 2019.

### 2.3.4 Válvula Reguladora de Vazão

A válvula reguladora de vazão limita a vazão do fluido de entrada ou saída de um cilindro ou atuador hidráulico, modificando assim a sua velocidade de deslocamento. Seu funcionamento ocorre de modo a deslocar o fluido através de um orifício, que pode ser variável ou fixo, sendo proporcional ao diferencial de pressão que passa pelo orifício. Proporcionalmente a vazão cresce com a raiz quadrada do diferencial de pressão.

Dentro do sistema hidráulico deve se atentar as características físicas do fluido, pois a viscosidade do mesmo pode causar alteração na velocidade de deslocamento, quando menos viscoso mais rápido circula pelos condutores, e mais viscoso a resistência encontrada é maior fazendo com que sua velocidade diminua, outra importante característica a ser observada é a temperatura do fluido, quanto mais quente a viscosidade diminui e o sistema passa a sofrer alteração de velocidade. A Figura 5 mostra uma válvula reguladora de vazão.

Figura 5 - Válvula reguladora de vazão Parker



Fonte: Autoria própria<sup>4</sup>.

### 2.3.5 Bloco Manifold

O bloco *manifold* é um distribuidor hidráulico, tem a função de direcionar o fluido para diferentes áreas do sistema, pode ser comparado ao quadro de distribuição em um circuito elétrico, pois permite que o operador controle a quantidade de fluido que passa entre os componentes em um equipamento hidráulico.

<sup>4</sup> Fonte: **Válvula reguladora de vazão hidráulica**. Copyright© RDA Automação. Disponível em: <<https://www.rdaautomacaoindl.com.br/valvula-reguladora-vazao-hidraulica>>. Acesso em: 25 out. 2019.

As vias de deslocamento de um bloco *manifold* são construídas de acordo com a utilização, nela são adaptadas as válvulas do sistema hidráulico e outros periféricos de acordo com o projeto, esses são caracterizados como monoblocos e modulares.

A escolha do material com o qual deve ser construído o bloco *manifold* é muito específica, pois depende diretamente dos níveis de pressão e dimensões do conjunto hidráulico, a escolha correta do material é fundamental para o adequado funcionamento do referido bloco.

### 2.3.6 Manômetro

Palmieri (1997) destaca, quanto a sua construção interna, dois tipos de manômetros, o Bourdon e o de Bourdon com glicerina. “O funcionamento do manômetro de Bourdon consiste, basicamente, na deformação sofrida por um elemento metálico denominado de “elemento de pressão” ou “elemento sensor”, quando este se submete a ação do fluido da linha em que queremos medir a pressão”. Na Figura 6 mostra-se a fotografia de um manômetro hidráulico.

**Figura 6 - Manômetro hidráulico**



Fonte: Autoria própria<sup>5</sup>.

Os manômetros são de fundamental importância no sistema hidráulico, pois sem ele não há como conhecer a pressão que está sendo exercida sobre o conjunto.

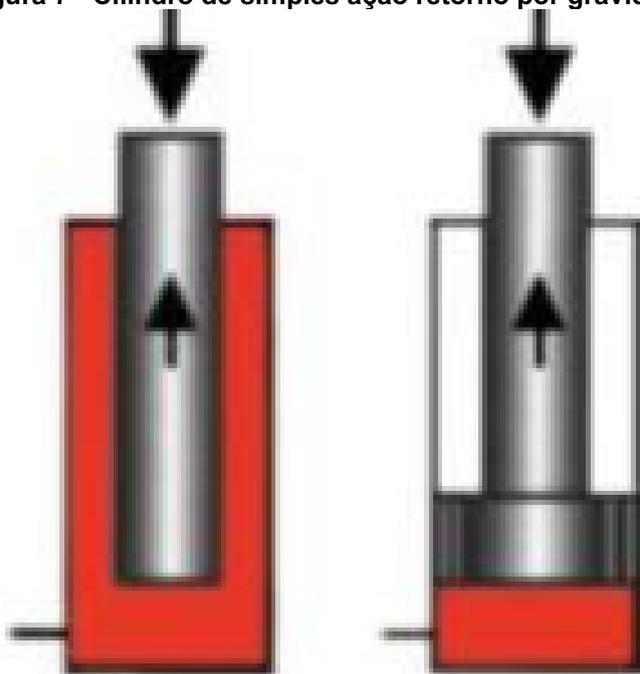
---

<sup>5</sup> Fonte: **Manômetro hidráulico**. Disponível em: <<http://tecnovapor.com.br/catalogo-de-produtos/manometro/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

### 2.3.7 Cilindro Simples Atuação Hidráulico

Um cilindro hidráulico recebe o nome de simples atuação pelo fato haver um único sentido de movimento, gerado pela pressão hidráulica e pela vazão, para retorna-lo pode se utilizar um outro qualquer agente externo, não necessariamente um fluido. Na Figura 7 está representado um cilindro hidráulico de simples atuação. O avanço se dá por pressão hidráulica e o retorno por uma força externa.

**Figura 7 - Cilindro de simples ação retorno por gravidade**



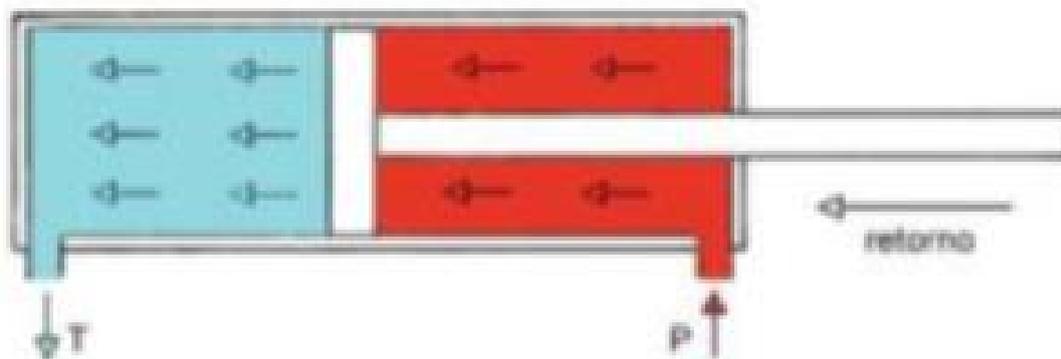
Fonte: Moreira (2012).

Para Palmieri (1997), o cilindro de simples ação que tem seu retorno determinado por uma força externa e sua ação depende da gravidade, muito utilizado em projetos de moldes e ferramentas para prensas hidráulicas.

### 2.3.8 Cilindro Hidráulico Dupla Ação

O cilindro hidráulico de dupla ação é constituído de 2 entradas para o fluido, cada uma representa um sentido para movimento do embolo e pistão, esse movimento é ajustado pela reguladora de fluxo instalada no sistema hidráulico. A Figura 8 mostra o esquema de funcionamento de um cilindro hidráulico de dupla ação.

**Figura 8 - Cilindro hidráulico de dupla ação**



Fonte: Moreira (2012).

### 2.3.9 Condutores de Fluido Hidráulico

Os condutores são os responsáveis pelo transporte do fluido hidráulico por todo o sistema. Os tipos de condutores são variados e dimensionados de acordo com projeto, pois fatores como pressão, temperatura e características do fluido podem agredir e tornar o sistema instável e sem segurança.

### 2.3.10 Filtros

O sistema hidráulico e seus componentes tem em sua maioria defeitos que são causados pela contaminação do fluido. Para Moreira (2012), "Os filtros são componentes de vital importância nos circuitos hidráulicos, com a função de evitar a maior parte da contaminação do óleo, retendo todos os contaminadores insolúveis, partículas sólidas presentes no fluido".

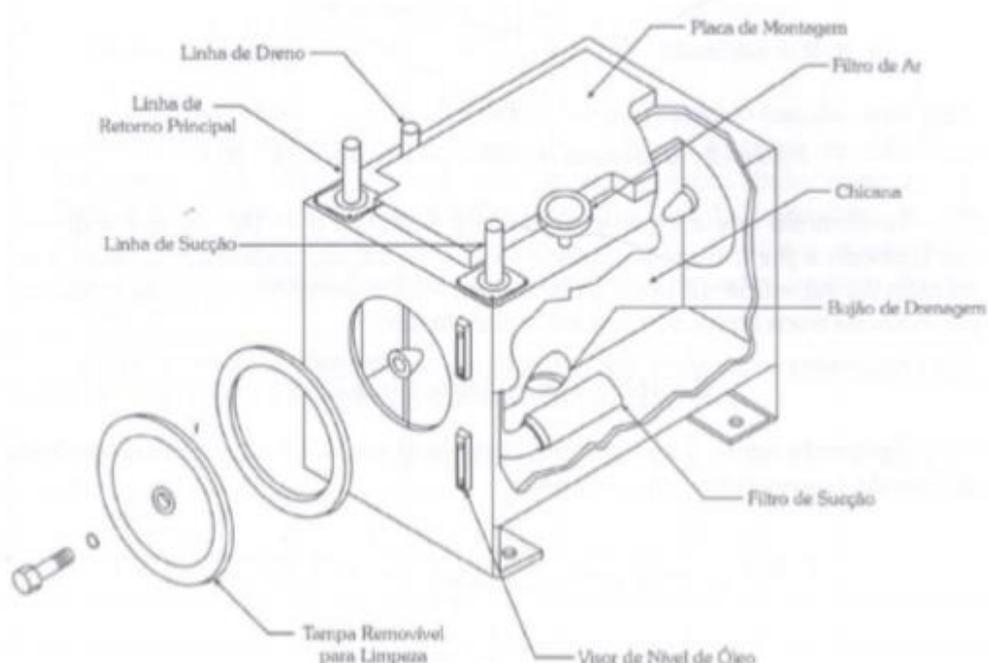
Existem dois tipos básicos de filtros, classificados como filtro químico e filtro mecânico. O filtro químico quando em contato com o óleo mineral, gera uma reação química fazendo com que a água e o cloreto de sódio sejam retidos e separados, liberando para passagem apenas óleo puro, devido ao elevado custo esse tipo de filtro é somente utilizado onde o grau de limpeza do fluido é determinante para o processo.

O filtro mecânico é o mais utilizado nos sistemas hidráulicos, pois tem baixo custo e razoável eficácia, é obrigatória a instalação do filtro no sistema. É recomendado a instalação de dois filtros no circuito, um na sucção e outro na linha de pressão.

### 2.3.11 Tanque ou Reservatório

Um dos itens mais simples e não menos importantes do circuito hidráulico, é o reservatório, local onde fica alojado o fluido passível de circulação e retorno. Tal dispositivo pode ser confeccionado com diversos materiais, isso de acordo com o processo, pois dependendo das propriedades do óleo determinados materiais podem não suportar e serem corroídos ou perfurados devido às reações químicas. O tamanho também pode ser variado e feito de acordo com o projeto. Na Figura 9 mostra-se um reservatório para fluido hidráulico e suas partes.

**Figura 9 - Reservatório para fluido hidráulico**



Fonte: Fialho (2004).

## 2.4 COMPONENTES PARA AUTOMAÇÃO

### 2.4.1 Controlador Lógico Programável (CLP)

Para Parede e Gomes (2011), os Controladores Lógico Programável (CLP), surgiram no final da década de 1960 e revolucionaram os comandos e controles industriais. Nessa época a automação era feita com reles de base lógica e fixa, que resultava em enormes painéis com inúmeros componentes.

O primeiro CLP foi desenvolvido em 1968 por Dick Morley, o seu objetivo era substituir os painéis e armários elétricos enormes que faziam a automação da linha

de montagem de veículos da empresa General Motors (PAREDE; GOMES, 2011).

Os CLPs são baseados, basicamente, em um conjunto de circuitos eletrônicos formado por memórias, processador, controles de entradas e saídas -I/O além de fonte de alimentação e terminal de programação.

A aplicação industrial do CLP não se deu de forma rápida, devido ao seu elevado custo. Porém quando entrou, alastrou-se e rapidamente os painéis elétricos perderam espaço para os CLPs, estabelecendo uma nova dinâmica ao ambiente industrial.

A arquitetura do controlador lógico programável e seus principais blocos são: a) unidade de processamento, b) módulo de entrada, c) módulo de saída, e d) memórias.

#### 2.4.2 Rele de Interface

O rele de interface nada mais é do que uma chave liga desliga de um circuito eletromecânico, Ele é capaz de executar e controlar comandos utilizando contatos NA (normal aberto) e NF (normal fechado), o estado dos contatos altera conforme a entrada de tensão alimentando a bobina do rele.

#### 2.4.3 Contator de Potência

O contator é o dispositivo mais comum dentro de um painel elétrico. Têm a finalidade de fazer o seccionamento das três fases em um acionamento elétrico, o qual alimenta uma carga.

A comutação do contator se dá pela ativação/desativação da bobina de comando, para o caso de contator eletromagnético ou aplicação/retirada da tensão de comando em contadores de estado sólido. Os contatos principais alimentam a carga trifásica, tais como: motores, resistências, bobinas entre outros.

#### 2.4.4 Interface Homem Máquina (IHM)

A Interface Homem Máquina (IHM) é a principal ferramenta, através da qual, o operador (homem) pode interferir diretamente sobre a máquina ou equipamento. Através da IHM pode-se alterar/monitorar parâmetros do processo automatizado.

#### 2.4.5 Barreira de Segurança

As barreiras, ou também chamadas cortinas de luz, tem papel de fundamental importância na construção de um equipamento, pois tem o papel de assegurar a integridade do operador enquanto a máquina realiza os movimentos automáticos. Uma barreira em conjunto a um relé deverá fazer uma parada imediata do equipamento quando o sistema de barreira de luz for violado (interrupção de um feixe de luz entre emissor e receptor).

### 3 METODOLOGIA

O processo metodológico utilizado para elaboração do trabalho foi do tipo exploratória, com análises de dados quantitativos e qualitativos de uma empresa do ramo químico, que produz peças usinadas de ferro fundido e alumínio. A empresa situa-se na região metropolitana de Curitiba, estado do Paraná.

As buscas para embasamento teórico do trabalho foram feitas de várias formas, tais como por exemplo: livros, revistas, visitas técnicas, revistas virtuais e sites.

#### 3.1 BUSCAS BIBLIOGRÁFICAS

Nos livros, as buscas foram intensas, pois são as fontes mais confiáveis de pesquisa e entendimento do assunto abordado.

Foram feitas anotações com os pontos considerados importantes, para colaborar com o sucesso da automatização da prensa hidráulica. Essas anotações foram fundamentais para elaboração do conteúdo de embasamento teórico do trabalho em questão.

##### 3.1.1 Buscas em Revistas Eletrônicas

As revistas eletrônicas contribuíram significativamente para o embasamento no que se diz respeito a princípios da automação e normas de segurança que devem ser cumpridas durante a elaboração do projeto, nas revistas às normas e leis são atualizadas com maior frequência, garantindo uma maior confiabilidade quanto sua validade.

##### 3.1.2 Visita Técnica

Na empresa que disponibilizou o equipamento a ser automatizado, diversas visitas foram feitas com o intuito de entender o processo e identificar a melhor e mais segura forma de atualizar o equipamento e deixá-lo com maior confiabilidade, outro importante ponto discutido foi o custo benefício da modificação. Com isso chegamos ao ponto onde foi aceito o projeto e liberada a verba para realização do trabalho.

## 3.2 TRABALHO DE CAMPO

Dentro do trabalho de campo, com base nos estudos metodológicos, foi realizada o estudo do equipamento e apontado os pontos a serem melhorados e reformados. Fotos foram registradas para melhor entender a problemática. Na Figura 10 são mostradas fotografias da prensa em seu estado original, na fase de estudo de caso. Ainda na Figura 10 percebe-se o estado de conservação ruim e qualidade de painéis, bastante precários.

### 3.2.1 Registros da Prensa Antes da Automatização

Com a autorização da empresa, foram registradas as fotos do antes do equipamento (Figura 10), com essas foram levantados os pontos a serem melhorados e repassados aos responsáveis pela empresa.

**Figura 10 - Fotos da prensa antes da adequação**

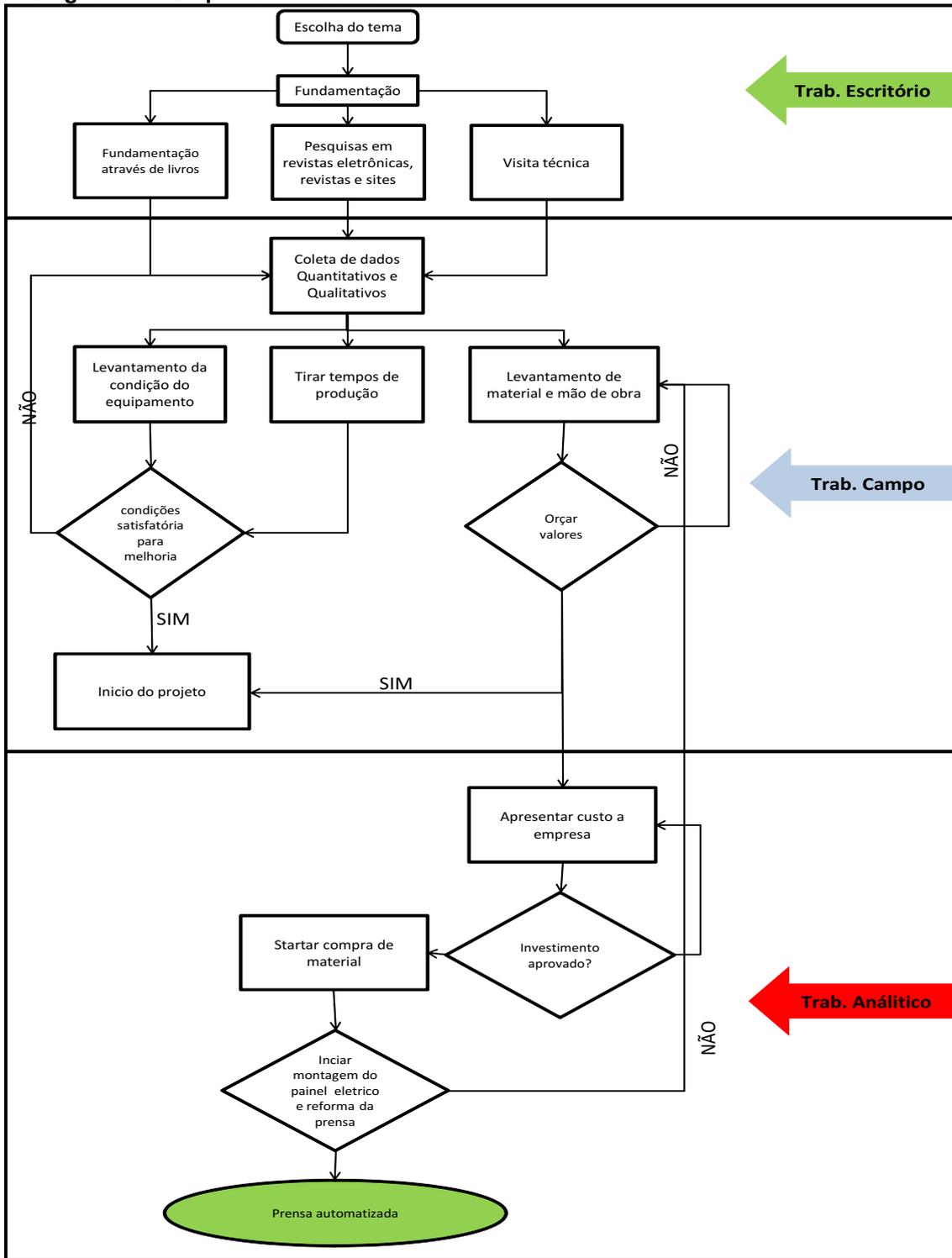


Fonte: Autoria própria.

### 3.2.2 Fluxograma das Etapas do Estudo

Para melhor exemplificar o processo e a sequência das etapas vencidas durante a realização da melhoria apresentada em estudo, abaixo foi representado o Fluxograma 01.

**Fluxograma 1 - Etapas do estudo de caso**



Fonte: Autoria própria.

### 3.2.3 Execução do Projeto

Entendendo a crise financeira pela qual o país passa, a sugestão dada a empresa foi utilizar recursos próprios de mão de obra para executar o projeto, obtendo assim uma redução nos custos de execução.

A ideia foi comprada pelos responsáveis pela empresa e os trabalhos tiveram início. A serralheria interna ficou responsável pela recuperação da estrutura da prensa, fazendo soldas reforçando pontos, alinhando colunas e dar acabamento com pintura epoxi. Já o setor de funções técnicas (mecânica e elétrica) foram os responsáveis pela montagem das partes e ligações e instalações elétricas.

Aplicando os conhecimentos adquiridos no curso, foi trabalhado como responsável em auxiliar nos projetos mecânicos e elétricos, além de fazer a montagem do painel elétrico e a dimensionar os cabos e componentes eletrônicos aplicados no projeto. Com a base obtida durante a matéria de CLP, outro desafio importante foi participar da construção do programa Ladder (Apêndice A) utilizado para automatizar os movimentos da prensa.

A realização do *retrofitting* da máquina aconteceu de forma rápida e ordenada, as áreas tiveram excelente união durante os trabalhos, o que proporcionou ganhos a todos os envolvidos no processo.

## 4 RESULTADOS

A fim de alcançar os resultados e objetivos expostos no trabalho, e para um melhor entendimento de caso, foram coletados e analisados os números controlados pela produção, antes e depois da melhoria aplicada na prensa.

Ao longo de 3 meses de análises e levantamento de dados, foram levantados os pontos positivos e eventuais pontos negativos da automação do equipamento. Apresentou-se tais dados ao gerente da empresa e com isso conseguido a autorização para realizar a melhoria proposta.

### 4.1 VOLUME DE PRODUÇÃO POR HORA ANTES DA MELHORIA

Para viabilidade da melhoria foram coletados dados do volume de produção, para poder fazer os comparativos e entender o efeito da adequação da prensa para a empresa, para ilustrar a Tabela 1 apresenta a produção por hora da prensa antes da realização da automação. Pela Tabela 1 calcula-se um tempo médio de 2,2 minutos para a prensagem de cada peça.

**Tabela 1 - Capacidade da prensa por turno antes da automação**

Peças Montadas	Tempo
196	7 horas

Fonte: Autoria própria.

### 4.2 PEÇAS MONTADAS POR TURNO ANTES DA ADEQUAÇÃO

Seguindo os parâmetros de produção, foram também feitos os cálculos de quanto a empresa produz por dia considerando seu turno 7 horas de trabalho, como mostrado na Tabela 2.

**Tabela 2 - Capacidade da prensa antes da automação**

Peças Montadas	Tempo
28	1 hora

Fonte: Autoria própria.

#### 4.3 FATURAMENTO DIÁRIO DA EMPRESA ANTES DA ADEQUAÇÃO

A empresa X atende uma grande montadora de caminhões, por isso sua capacidade de fornecimento e qualidade são condições primordiais. Com o volume de peças que a montadora tem demandado, o faturamento deverá aumentar, porém para atender tal demanda a montagem de um maior volume de peça se faz necessário. o faturamento apresentado na Tabela 3, faz referência aos valores diários de produção antes da automatização da prensa hidráulica.

**Tabela 3 - Faturamento diário antes da automação**

Peças por turno	Valor und. Peça	Total por turno
196	R\$ 52,00	R\$ 10.192,00

Fonte: Aatoria própria.

#### 4.4 VOLUME DE PRODUÇÃO POR HORA DEPOIS DA MELHORIA

Quando pronta a automação da prensa hidráulica, a mesma voltou a ser instalada na fábrica e após 1 mês na linha foi coletado os resultados e nitidamente ficaram satisfatórios, pois viu se um aumento progressivo na produção.

Antes da modificação a mesma produzia 28 peças hora já com a automatização concluída passou a montar 35 peças hora, como mostrado na Tabela 4. Houve um acréscimo de 25% na produtividade da prensa em questão, após automatização.

**Tabela 4 - Capacidade da prensa depois da automação**

Peças Montadas	Tempo
35	1 hora

Fonte: Aatoria própria.

#### 4.5 FATURAMENTO DIÁRIO DA EMPRESA DEPOIS DA ADEQUAÇÃO

Como mostrado na Tabela 3, o faturamento diário da empresa girava em torno de R\$ 10.192,00 isso apenas para o suporte que é montado na prensa automatizada. Com a melhoria aplicada ao equipamento, o volume de produção aumentou e preço de venda se manteve, com isso o faturamento diário por turno cresceu para R\$ 12.740,00 como pode ser observado na Tabela 5. 25% superior ao de antes da automação.

**Tabela 5 - Faturamento diário depois da automação**

Peças por turno	Valor und. Peça	Total por turno
245	R\$ 52,00	R\$ 12.740,00

Fonte: Autoria própria.

#### 4.6 PRENSA DEPOIS DA REFORMA E ADEQUAÇÃO

Além dos lucros financeiros com a alteração da prensa hidráulica, a empresa obteve também ganho no ambiente de trabalho, pois a reformulação da máquina tornou a célula de produção com melhor aparência, além de melhor estruturada para os operadores, pois a ergonomia e segurança também tiveram atenção especial durante a execução do trabalho.

A Figura 11, mostra fotos da prensa após receber a automatização.

**Figura 11 - Prensa depois da adequação**



Fonte: Autoria própria.

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho foi realizado de acordo com o objetivo que era restaurar e automatizar uma prensa hidráulica de 20 toneladas e devolvê-la ao processo produtivo com robustez, maior segurança e qualidade, bem como com maior capacidade produtiva.

As fases do projeto e dimensionamento dos materiais a serem utilizados, foram baseados na análise do processo produtivo, entendendo as necessidades de cada etapa da operação e capacidades que a prensa necessitava suportar. Tendo aquelas informações foram selecionados os demais componentes, como filtros, válvulas, tubos condutores, bomba e motor, todos de acordo com as normas e catálogos de fabricantes, de modo que atendessem as necessidades propostas no estudo.

Análises, estudos e cotações de materiais foram feitos visando obter um custo benefício atrativo para empresa. De tal forma recebendo autorização para implantação do projeto (recursos financeiros).

A empresa foi beneficiada em dois aspectos, após a automatização da prensa: redução do tempo de produção (aumento de produtividade de 25%) e atendimento as legislações trabalhistas quanto a segurança do equipamento.

As adequações foram realizadas seguindo instruções, procedimentos e metodologias da indústria de estudo, que foram descritos neste trabalho. Com relação aos resultados da melhoria o valor investido trará ganhos significativos a empresa e em pouco tempo o investimento será pago. Outro importante fator é que o equipamento ficou de acordo com as normas de segurança exigidas pelo ministério do trabalho, evitando assim multas e interdição da produção.

## REFERÊNCIAS

FIALHO, Arivelto B. **Automação hidráulica projetos, dimensionamento e análise de circuitos**. 2. ed. São Paulo: Editora Érica, 2004.

HIBBELER, Russell C. **Mecânica Estática**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1999.

LAMB, Frank. **Automação industrial na prática**. Porto Alegre: AMGH, 2015.

MOREIRA, Ilo da Silva. **Sistema hidráulicos industriais**. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). 2. ed. São Paulo: SENAI-SP editora, 2012.

PALMIERI, Antonio C. **Manual de hidráulica básica**. 10. ed. Porto Alegre: Albarus Sistemas Hidráulicos Ltda, 1997.

PAREDE, Ismael M.; GOMES, Luiz E. L. **Eletrônica: automação industrial**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011.

SANTOS, Sérgio Lopes dos. **Bombas e instalações hidráulicas**. São Paulo: LCTE Editora, 2007.

STEWART, Harry L. **Pneumática e hidráulica**. 3. ed. São Paulo: Hemus Editora, 2002.

**APÊNDICE A - Programa CLP desenvolvido para a automação**

