

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

CRISTIANE CERATTI NUNES

**PADRONIZAÇÃO DE PROCESSO
NA LINHA DE MONTAGEM DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE
MÁQUINAS E SERVIÇOS PARA CONVERSÃO E EMPACOTAMENTO
DE *TISSUE*: UM ESTUDO DE CASO**

JARAGUÁ DO SUL – SC, JULHO DE 2017

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

CRISTIANE CERATTI NUNES

**PADRONIZAÇÃO DE PROCESSO
NA LINHA DE MONTAGEM DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE
MÁQUINAS E SERVIÇOS PARA CONVERSÃO E EMPACOTAMENTO
DE *TISSUE*: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do Campus Jaraguá do Sul – Rau do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Graduado em Fabricação Mecânica

Orientador: Professor Orientador
Cassiano Rodrigues Moura

JARAGUÁ DO SUL – SC, JULHO DE 2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
por meio do programa de geração automática do câmpus Rau, do IFSC

Nunes, Cristiane Ceratti

Padronização de processo na linha de montagem de uma empresa fabricante de máquinas e serviços para conversão e empacotamento de tissue: um estudo de caso / Cristiane Ceratti Nunes ; orientação de Cassiano Rodrigues Moura. Jaraguá do Sul, SC, 2017.

63 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul - Rau. Tecnologia em Fabricação Mecânica. .

Inclui Referências.

1. Padronização de processo. 2. Lean manufacturing.
3. FMEA. I. Moura, Cassiano Rodrigues. II. Instituto Federal de Santa Catarina. . III. Título.

**PADRONIZAÇÃO DE PROCESSO
NA LINHA DE MONTAGEM DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE
MÁQUINAS E SERVIÇOS PARA CONVERSÃO E EMPACOTAMENTO
DE TISSUE: UM ESTUDO DE CASO**

CRISTIANE CERATTI NUNES

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção de Graduação em Fabricação Mecânica e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Jaraguá do Sul, 04, agosto de 2017.

Professor Orientador Cassiano Rodrigues Moura
Mestre em Engenharia de Materiais
IFSC – Rau

Fernando Carlos Dorte
Membro da banca

Doutor em administração William José Borges
Membro da banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu esposo Anderson pela compreensão e apoio para a conclusão de mais uma etapa de minha vida.

Ao meu orientador Cassiano Rodrigues Moura, por todo suporte e incentivo durante a elaboração deste TCC.

À empresa Fábio Perini por ter me dado a oportunidade de utilizar os dados para este trabalho contribuindo para minha formação acadêmica.

"Obstáculos são as coisas
assustadoras que encontras quando
desvias os olhos do seu sonho"

Henry Ford

RESUMO

As empresas têm se preocupado em garantir seu espaço no mercado, isto exige cada vez mais que seus produtos sejam competitivos, com *lead time* cada vez menor e procurando sempre por um custo mais baixo. Uma alternativa para se atingir essas metas é otimizando seu processo produtivo. Com isso o objetivo deste trabalho é padronizar o processo de montagem de um grupo de componentes de uma empresa multinacional fabricante de máquinas e serviços para conversão e empacotamento de *tissue*. A metodologia utilizada nesse estudo é bibliográfica através de *Lean Manufacturing*, Trabalho Padronizado e FMEA, utilizando como ferramentas para padronização do processo o desenvolvimento do Plano de processo, do Plano de controle e do PFMEA, assim desenvolvendo um novo processo de montagem para os envolvidos. Essas alterações resultaram em uma melhoria no processo de fabricação do grupo selecionado, reduzindo suas etapas de montagem, custo, *lead time* e garantindo a confiabilidade do processo, além de uma redução de 7% em seu custo, o equivalente a R\$14.500,00 nas compras anuais do grupo piloto.

Palavras-Chave: Padronização de Processo. *Lean Manufacturing*. FMEA

ABSTRACT

Companies have been worried about securing their space in the market, this increasingly demands that their products are competitive, with ever shorter lead times and always looking for a lower cost. An alternative to achieving these goals is to optimize your production process. With this, the objective of this work is to standardize the assembly process of a group of components of a multinational manufacturer of machines and services for conversion and packaging of tissue. The methodology used in this study is a bibliography through Lean Manufacturing, Standardized Work and FMEA, using as tools to standardize the process the development of the Process Plan, Control Plan and PFMEA, thus developing a new assembly process for those involved. These changes resulted in an improvement in the manufacturing process of the selected group, reducing its assembly steps, cost, lead time and ensuring process reliability, besides a 7% reduction in its cost, equivalent to \$ 4.531,25 in Annual purchases of the pilot group.

Keywords: Process Standardization. Lean Manufacturing. FMEA

LISTA DE FIGURAS

Figura 2 - Os principais vultos da Administração Científica.....	17
Figura 3 - Princípios da Administração Científica de Taylor.....	17
Figura 4 - Relação e propósitos dos vários tipos de padrões.....	19
Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção	20
Figura 5 – Formulário de FMEA	29
Figura 6 – Fluxo metodológico aplicado neste trabalho	31
Figura 7 - Layout máquina completa	34
Figura 8 - Grupo Rebolo Pulsar montado na Cortadeira	35
Figura 9 - Fluxograma do Processo de Fabricação do sub-grupo Rebolo Pulsar.....	36
Figura 10 – Total de horas x retrabalhos 2016	37
Figura 11 – Resumo dos principais problemas e sugestões de melhoria.....	38
Figura 12 - Sistemática de alteração de padrões	39
Figura 13 - Plano de processo	40
Figura 14 - Plano de controle	42
Figura 15 – FMEA de Processo Sub-grupo Rebolo Pulsar	44
Figura 16 – Comparativo do fluxo do processo de fabricação do sub-grupo Rebolo Pulsar	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Montadoras americanas x Toyota	21
Tabela 2 – Estrutura da máquina completa	34
Tabela 3 – Volume de venda x retrabalho	38
Tabela 4 – Desenvolvimento do Plano de Processo	41
Tabela 5 – <i>Lead time</i> Grupo Rebolo Pulsar.....	48
Tabela 6 – Comparativo do custo de montagem	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DIN - *Deutsches Institut für Normung*

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*

PFMEA - *Process of Failure Mode and Effects Analysis*

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina

ISO - *International Organization for Standardization*

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

NUMMI - *New United Motors Manufacturing Inc*

ORT – Organização Regional do Trabalho

STP – Sistema Toyota de Produção

TGA – Teoria Geral da Administração

TISSUE – matéria prima para ser convertida em papel higiênico e toalha

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo Geral.....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 Justificativa	14
1.4 Estrutura do Trabalho	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Importância da Padronização nas empresas.....	16
2.2 Origens históricas do trabalho padronizado.....	16
2.3 Sistema <i>Lean</i> de Produção.....	19
2.3.1 Sistema Toyota de Produção.....	20
2.3.2 Produção <i>Just in Time</i>	21
2.3.3 Benefícios do Trabalho Padronizado.....	22
2.3.4 Eliminação das Perdas.....	23
2.4 Ferramentas para padronização de processos	26
2.4.1 Plano de Processo	26
2.4.2 Plano de Controle.....	27
2.5 Análise do modo de falha e efeito - FMEA.....	28
2.5.1 FMEA de Projeto – DFMEA.....	29
2.5.2 FMEA de Processo - PFMEA	30
3 METODOLOGIA.....	31
4 ESTUDO DE CASO	33
4.1 Apresentação da Empresa.....	33
4.2 Diagnóstico da Situação atual	33
4.2.1 Análise do processo	33
4.2.2 Identificação dos problemas.....	36
4.3 Aplicação das ferramentas de melhoria	38
4.3.1 Desenvolvimento do Trabalho Padronizado.....	38
4.3.2 Plano de Processo	39
4.3.3 Plano de Controle.....	42
4.3.4 PFMEA.....	42
4.3.5 Descrição do processo futuro.....	45
4.3.6 Treinamento dos envolvidos.....	46
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
5.1 Padronização do processo	47
5.2 Redução do tempo de montagem.....	48
5.3 Redução do índice de retrabalho	49
5.4 Redução de custo de produção e montagem	49
5.5 Otimização da logística interna de movimentação de materiais	50
6 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A – ESTRUTURA GR. REBOLO PULSAR INTERNO.....	55
APÊNDICE B – ESTRUTURA GR. REBOLO PULSAR EXTERNO	56
APÊNDICE C – PLANO DE PROCESSO	57
APÊNDICE D – PFMEA GRUPO REBOLO PULSAR	60

1 INTRODUÇÃO

O processo de montagem nas empresas é algo que deve ser analisado desde o projeto de seus produtos até após sua efetiva montagem, pois isso impacta diretamente no custo do produto, seja em tempo de montagem, forma ou qualidade no processo.

É de extrema importância que o projetista leve em consideração o processo de fabricação, matéria-prima e montagem para que não seja inviável para a empresa a fabricação desse produto.

Devido à competitividade do mercado, a alta exigência do consumidor por baixo custo com alta qualidade e a variação da demanda de mercado, para um bom planejamento estratégico as empresas necessitam ampliar seu portfólio, abrindo espaço físico na linha de produção, bem como seus produtos ativos terem seu tempo de montagem reduzido e simplificado.

As empresas podem utilizar metodologias de projeto orientado possibilitando ter uma grande quantidade de acertos no conceito de montagem de seus produtos, reduzindo retrabalhos e ajustes na montagem dos componentes.

A padronização de seus processos para conseguir uma montagem com qualidade em menos tempo aliado a simplificação da estrutura do produto, juntamente com a análise de suas potenciais falhas podem gerar um resultado positivo para a empresa, contribuindo para obter esse aumento da competitividade exigida pelo mercado.

O desenvolvimento de documentos para melhoria do processo de montagem (trabalho padrão, FMEA e Plano de controle) seguido de treinamento entre os envolvidos podem minimizar falhas e atrasos na linha de produção.

O trabalho padronizado aplicado à linha de montagem das empresas é uma boa alternativa para contribuir positivamente nessas situações.

Ao identificar conjuntos dos produtos que possuem problemas como retrabalhos e montagens prolongadas, pode-se realizar a análise destes processos afim de prover a modularização do processo de montagem e sua padronização.

Com isso pode-se desenvolver melhorias para redução das ocorrências de não conformidades, bem como uma análise de viabilidade para substituir componentes montados internamente por produtos manufaturados por terceiros.

Neste estudo será comparado o fluxo atual de montagem de um conjunto

piloto com o processo padronizado. Baseado nos problemas identificados, como diferentes *lead times* dos componentes, inexistência de instrução de trabalho e retrabalho dos componentes fabricados, foram analisadas e sugeridas soluções através de ferramentas de trabalho padronizado para obter maior produtividade na linha de montagem.

1.1 Objetivo Geral

Elaborar uma nova sistemática para padronizar o processo de montagem de um grupo de componentes para uma máquina de desenvolvimento de papel (*tissue*).

1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Padronizar processo de um conjunto piloto;
- b) Desenvolver documentos para padronização de processo;
- c) Reduzir tempo de montagem;
- d) Reduzir índice de retrabalho;
- e) Reduzir custo de produção e montagem;
- f) Otimizar logística interna de movimentação de materiais.

1.3 Justificativa

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver o trabalho padronizado na linha de montagem de uma empresa que fabrica maquinários para o desenvolvimento de papel *tissue*. Devido ao alto índice de retrabalhos ocorridos na linha de montagem, bem como a ausência de documentação padrão para instrução de processo de produção de componentes ser realizado.

Os maquinários para produção de *tissue* são de grande porte e considerados complexos, assim será selecionado um grupo de componentes piloto (Grupo Rebolo Pulsar) para aplicação das ferramentas de melhoria e desenvolvimento desse trabalho.

Com a melhoria do processo de montagem do grupo e a padronização de seu processo de montagem foi possível otimizar seu processo logístico e montagem, liberando espaço físico e tempo para a introdução de novos produtos a fim de

aumentar a produtividade da empresa.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é composto por seis capítulos apresentados da seguinte forma:

O primeiro capítulo refere-se a uma rápida descrição do problema abordado e sua justificativa, além de explicitar os objetivos a serem alcançados no decorrer da pesquisa. É realizada, na introdução, uma breve contextualização do tema, abordando a necessidade da padronização dos processos nas empresas a fim de ganharem espaço no mercado.

No segundo capítulo, é apresentada a revisão bibliográfica baseada em obras relevantes sobre o tema *Lean Manufacturing* percorrendo seus princípios e ferramentas para padronização de processos.

O capítulo três é utilizado para se exibir a metodologia utilizada, estabelecer a sequência de como foi realizado o estudo de caso.

No capítulo quatro, relata-se o estudo de caso realizado, apresentando a empresa, o diagnóstico da situação atual, a aplicação das ferramentas de melhoria e a otimização do processo.

O quinto capítulo apresenta a análise e discussão dos resultados atingidos através do estudo realizado, indicando como resultaram os objetivos propostos nesse trabalho.

No sexto capítulo, apresentam-se as conclusões mais importantes do trabalho, bem como sugestões de estudos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da Padronização nas empresas

Devido a competitividade do mercado seguido da necessidade de reduzir custos para se obter melhores níveis de produtividade e qualidade, as empresas, cada vez mais, percebem a necessidade da padronização de seus processos para garantir a estrutura da qualidade e desempenho do processo produtivo. Assim como a aplicação da filosofia de *Lean manufacturing* traz em seu conceito é produzir mais com menos recursos, utilizando menos mão-de-obra, reduzindo seus desperdícios combinando com melhoria contínua. (WANZELER et al, 2010; TEIXEIRA 2014; VIEIRA et al, 2015; RIANI, 2006; BARBOZA, 2011; DELFINO, 2014)

De acordo com Hopp (2004) a padronização de trabalho é uma forma eficaz para o alcance de tais objetivos, tendo em vista que o padrão é a maneira mais adequada de realizar o processo, contribui para a sobrevivência e crescimento das empresas, provendo o aumento da eficiência e a redução de custos, pois a existência de métodos e padrões definidos para a execução dos processos minimiza os riscos de erros e variabilidade.

2.2 Origens históricas do trabalho padronizado

De acordo com Chiavenato (2003) a padronização de tarefas atuais está baseada nos princípios da Teoria Geral da Administração (TGA) através da Administração Científica de Taylor no final do século XIX.

Com isso surge a sistematização do conceito de produtividade, ou seja, a busca por melhores métodos de trabalho com o objetivo de melhoria de produtividade com menor custo possível. Na visão de Taylor a aceleração do trabalho só pode ser obtida por meio da padronização obrigatório dos métodos.

Posteriormente Ford, baseado nos princípios da administração científica de Taylor, idealizou a linha de montagem, o que lhe permitiu a produção em série. Um dos principais aspectos para o estabelecimento desta produção foi a padronização das tarefas. (CHIAVENATO, 2003)

A Figura 2 apresenta a ordem evolutiva dos principais vultos da administração científica tendo Taylor dando início a essa teoria.

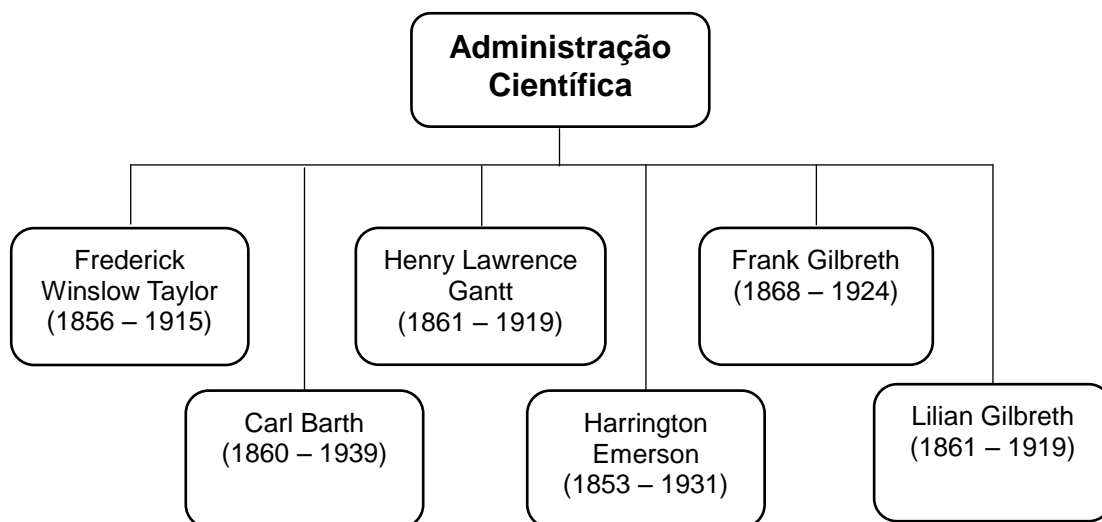


Figura 2 - Os principais vultos da Administração Científica
Fonte: Chiavenato, 2003 adaptado

De acordo com Chiavenato (2003) a Administração Científica é a corrente administrativa iniciada por Taylor e que enfatiza a administração das tarefas, isto é, focaliza a racionalização do trabalho operário, a padronização e o estabelecimento de princípios básicos de organização racional do trabalho, conforme o autor os princípios da administração são as regras básicas para o trabalho do administrador, os quais podem ser observados na Figura 3.

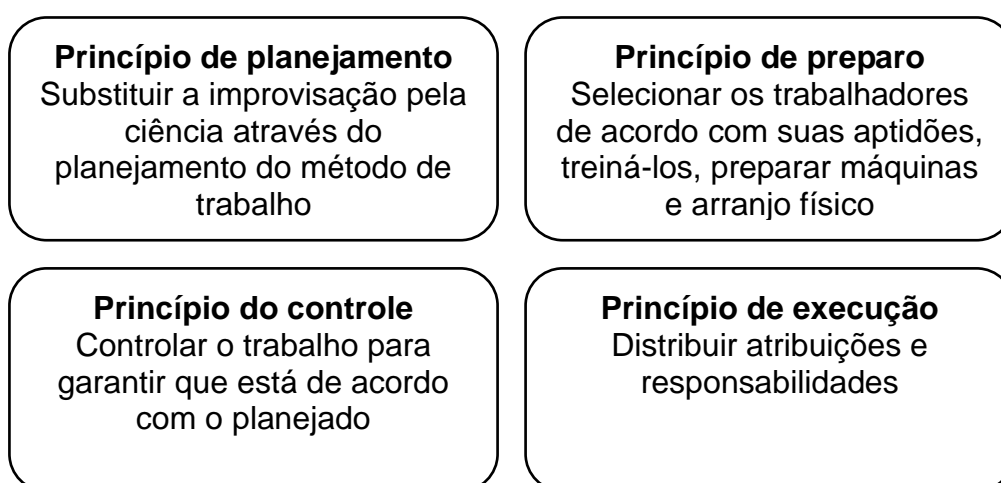


Figura 3 - Princípios da Administração Científica de Taylor
Fonte: Taylor, 1994 adaptado.

A organização e a administração devem ser estudadas e tratadas cientificamente e não empiricamente. Essa tentativa de substituir métodos empíricos e rudimentares pelos métodos científicos recebeu o nome de Organização Racional do Trabalho (ORT), que possui 9 aspectos fundamentais de acordo com Chiavenato (2003):

- 1) Análise do trabalho e do estudo dos tempos e movimentos;
- 2) Estudo da fadiga humana;
- 3) Divisão do trabalho e especialização do operário;
- 4) Desenho de cargos e de tarefas;
- 5) Incentivos salariais e prêmios de produção;
- 6) Conceito de *homo economicus*;
- 7) Condições ambientais de trabalho, como iluminação, conforto etc;
- 8) Padronização de métodos e de máquinas;
- 9) Supervisão funcional.

A organização racional do trabalho não se preocupa apenas com a análise do trabalho, estudo dos tempos e movimentos, fadiga do operário, divisão do trabalho, especialização do operário e com os planos de incentivos salariais. Ela também se preocupa com a padronização dos métodos e processos de trabalho, com a padronização das máquinas e equipamentos, ferramentas e instrumentos de trabalho, matérias-primas e componentes, no intuito de reduzir a variabilidade e a diversidade no processo produtivo para posteriormente eliminar o desperdício e aumentar a eficiência. (CHIAVENATO, 2003)

Liker (2007) mostra a relação entre os diferentes tipos de padrões e como eles sustentam os principais objetivos de oferecer um método definido para realizar o trabalho com um mínimo de desperdício, bem como fornecer informações detalhadas sobre o desenvolvimento de conhecimento seguido de um alto nível de habilidade, como pode-se observar na Figura 4.

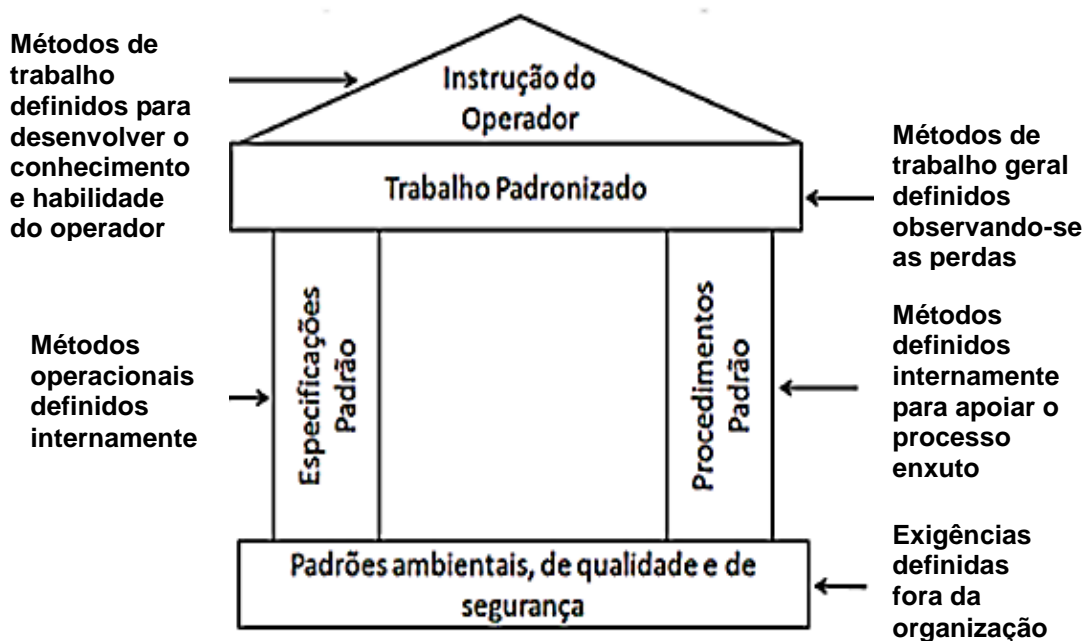


Figura 4 - Relação e propósitos dos vários tipos de padrões

Fonte: Liker (2007)

Os padrões de qualidade são utilizados para verificar os níveis de melhoria dos produtos, assim fornecendo informações de como eles devem ser avaliados em relação à sua qualidade. Os padrões ambientais e segurança são estabelecidos pelas empresas com intuito de atender as leis estaduais e federais. A especificação padrão, de acordo com Liker (2007), está relacionada ao produto, como por exemplo as suas dimensões e seus métodos de processamento.

Os procedimentos padrões são comumente estabelecidos pelo setor de produção e são utilizados para definir o modo de como a produção deverá acontecer, estabelecendo rotas de fluxo de materiais, estoque padrão, codificação com cores, bem como outras ferramentas. A instrução do operador define os métodos utilizados para execução de uma operação e todos os recursos que serão utilizados. (LIKER, 2007).

2.3 Sistema *Lean* de Produção

O Sistema *Lean Manufacturing* ou Sistema de Produção Enxuta tem sua origem e embasamento sobre as técnicas japonesas conhecidas por Sistema Toyota de Produção, por este motivo este sistema é abordado neste trabalho.

2.3.1 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi desenvolvido após o período da Segunda Guerra Mundial, liderado por Taiichi Ohno. Sua disseminação para a cadeia de fornecedores ocorreu em 1960 e 1970. Fora do Japão, a aplicação do sistema começou com a criação da *New United Motors Manufacturing Inc* (NUMMI), um empreendimento em comum entre a General Motors e a Toyota, em 1984, na Califórnia. (WOMACK, 1992).

O reconhecimento do Sistema Toyota de Produção como modelo de produção se difundiu rapidamente com a publicação do livro “A Máquina que Mudou o Mundo”, em 1990, resultado de cinco anos de pesquisa liderada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Esta pesquisa concluiu que o STP era mais eficaz e eficiente do que o tradicional sistema de produção em massa, representando um paradigma completamente novo. Foi cunhado, então, a expressão “produção *lean*” conforme citado em *Lean Institute Brasil*, (2003).

A Figura 1 mostra a casa do STP, uma forma bastante difundida de representação do STP. Esta casa apresenta-se em diferentes versões, e foi adaptada dos pensamentos de Ohno quando ele mencionou que o STP tem dois grandes pilares, o pilar *Just in time* e o pilar *Jidoka*.

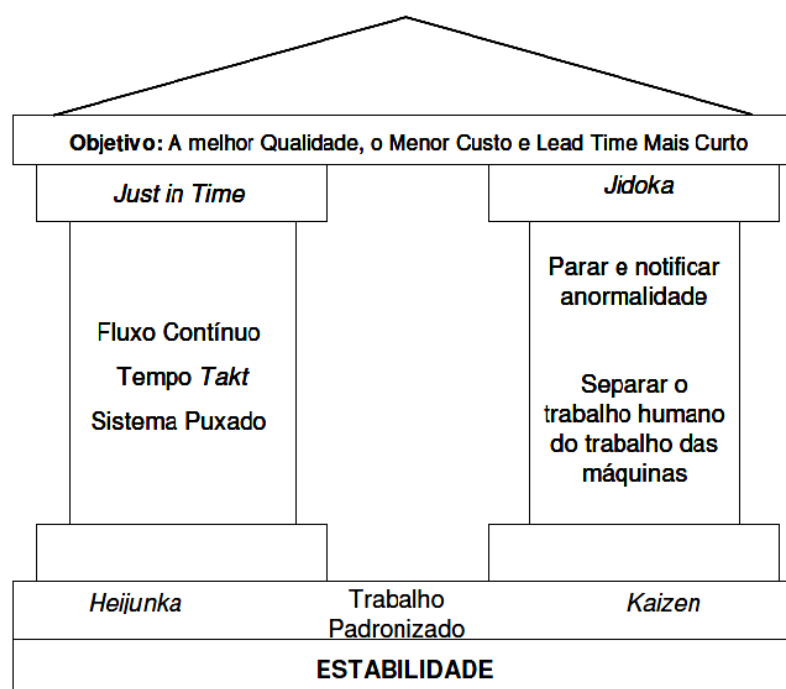


Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção
Fonte: Lean Institute Brasil (2003)

Esta casa ilustra um sistema estrutural, onde as colunas externas significam os pilares do sistema, com o fluxo contínuo (*Just-in-time*) e identificação de anormalidades na produção (*Jidoka*). O telhado representa as metas de melhor qualidade, menor custo e menor *lead time* (tempo de atravessamento). A programação nivelada (*Heijunka*) é necessária para a obtenção da estabilidade do sistema e obtenção de estoques baixos e através da melhoria contínua (*Kaizen*) se tem o foco na eliminação de perdas. (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003)

De acordo com Spear e Bowen (1999) relatam a importância do trabalho padronizado na Toyota, citando esta ferramenta como a primeira das 4 regras não explícitas na Toyota, conforme citadas abaixo, apontadas pelos autores como o “DNA” que garante sua vantagem competitiva:

- 1) Trabalho padronizado
- 2) Como as pessoas se conectam;
- 3) Como é construída a linha de produção;
- 4) Como melhorar.

Na Tabela 1 pode-se observar a comparação de como algumas montadoras americanas e a Toyota, bem como elas realizam suas tarefas. Pode-se observar que a diferença entre elas está na padronização dos processos onde a Toyota utiliza desta ferramenta.

Algumas Montadoras Americanas	Toyota
Um novo funcionário pode instalar o banco de maneira diferente da utilizada por outro mais experiente.	Os funcionários (novos e antigos, juniores e supervisores) obedecem a uma sequência bem definida de etapas para executar um determinado serviço.
Variação considerável na maneira como os funcionários executam seu trabalho.	Qualquer desvio das especificações transparece de imediato.

Tabela 1 – Montadoras americanas x Toyota

Fonte: Spear e Bowen (1999) adaptado

2.3.2 Produção *Just in Time*

Segundo Monden (1984) diz que a utilização do JIT por toda a empresa determina a eliminação de inventários na fábrica tornando desnecessários os almoxarifados e depósitos, fazendo com que a rotatividade do capital de giro seja aumentada e os custos de manutenção de estoques sejam reduzidos.

Shingo (1996) *Just-in-time* significa que cada processo deve ser

abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário.

Explica Ohno (1997) que trabalhar com estoque zero seria o estado ideal, do ponto de vista da gestão da produção, no entanto, é muito difícil de aplicar o *Just-in-time* ao plano de produção de todos os processos de forma ordenada para um produto desenvolvido com muitos componentes, pois o número de processos envolvidos é alto.

Seguindo a mesma linha, Liker (2005) conceitua o *Just-in-time* como “um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permitem que a empresa produza e entregue produtos em pequenas quantidades, com *lead times* curtos, para atender às necessidades específicas do cliente”.

A partir de todos os conceitos de *Just-in-time* vistos, percebe-se que esse pilar de sustentação do Sistema Toyota de Produção tem a função de fazer a produção trabalhar com estoques reduzidos, o que está de acordo com o objetivo do sistema que visa à eliminação total de toda e qualquer perda no processo produtivo.

2.3.3 Benefícios do Trabalho Padronizado

O trabalho padronizado define a sequência de trabalho, a ordem em que o trabalho é realizado, como e por que. É necessário definir claramente a melhor forma de fazer cada ação de trabalho e a sequência apropriada, utilizando imagens e desenhos para auxiliar na compreensão desse planejamento.

Na Toyota, esses documentos visuais, o tornam uma ferramenta para segurança e ergonomia. O trabalho padronizado facilita o processo, ao efetua-lo em menos tempo com eficiência.

Diversos autores apresentam diferentes definições sobre Trabalho Padronizado.

De acordo com Fujimoto (1999) o conceito de trabalho padronizado é padronizar todas as formas de realizar atividades em todos os processos da empresa.

Para Cudney (2001) o trabalho padronizado é uma ferramenta para determinar o máximo desempenho com o mínimo de desperdício por meio de uma melhor combinação das operações que envolvem homem e a máquina. O seu principal objetivo é a melhoria nos processos.

Um sistema de padronização cria, utiliza e controla padrões,

posteriormente um sistema de padronização de processos irá determinar a sistemática de ações e como deverá ser o seu direcionamento para o alcance das metas. De acordo com Lucena (2006) esse sistema parte da Identificação da melhoria, seguido da elaboração e aprovação do novo padrão e finalizado pelo treinamento dos envolvidos.

O trabalho padronizado segundo Pascal (2008) a maneira mais segura, fácil e eficaz de fazer o trabalho que é de nosso conhecimento.

Para Marksberry, Rammohan e Vu (2011) o trabalho padronizado não é somente uma alternativa para documentação ou treinamento, mas sim uma ferramenta de análise e padronização do processo.

2.3.4 Eliminação das Perdas

O objetivo principal do Sistema Toyota de Produção é a constante perseguição às perdas e sua completa eliminação. Em função do princípio do não-custo que significa a competitividade do mercado através das reduções dos custos com operações e não aumento do valor do produto, as perdas precisam ser eliminadas. As perdas, são operações ou movimentos desnecessários que geram custos e não agregam valor. A minimização destas perdas busca maximizar o trabalho que não agrega valor. (GHINATO,1996). Da mesma forma Ohno (1997) conceitua “desperdícios”, como todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor ao produto.

Seguindo a mesma linha de definições, Shingo (1996) escreve sobre a existência de dois tipos de operação que estão divididas entre as que agregam valor, transformando a matéria-prima em componentes ou produtos, aumentando seu valor agregado através da maior eficiência da operação no processamento e as que não agregam valor, consideradas como perdas referindo qualquer atividade que não contribui para as operações reduzindo a eficiência operacional líquida.

A partir desse conceito, as operações não-agregadoras de valor devem ser eliminadas para que o aumento da eficiência da operação, como um todo, seja elevado ao índice mais alto possível. As perdas ou desperdícios podem ser identificados tanto na função processo como na função operação.

As perdas são classificadas em sete tipos, conforme Ohno (1997) e Shingo (1996), além desses Liker (2005) incluiu um oitavo tipo de perda:

- 1) Perda por Superprodução;
- 2) Perda por Transporte;
- 3) Perda no Processamento Desnecessário;
- 4) Perda por Fabricação de Produtos Defeituosos;
- 5) Perda por Movimentação;
- 6) Perda por Espera;
- 7) Perda por Estoque;
- 8) Perda por Desperdício da Criatividade dos Colaboradores.

2.3.4.1 Perda por Superprodução

Segundo Ohno (1997), as perdas por superprodução são os maiores desperdícios na indústria, pois ajudam a esconder outras perdas. Shingo (1996) afirma que existem perdas por superprodução quantitativa e perdas por superprodução por antecipação.

A superprodução quantitativa representa produzir além do volume programado ou requerido, com isso se cria um problema de aumento dos estoques, elevando a necessidade de capital para que a empresa abasteça o setor produtivo. A superprodução por antecipação é a perda decorrente de uma produção realizada antes do momento previsto, com isso é necessário um maior aporte de capital para a produção, pois as matérias-primas são utilizadas antes de sua necessidade.

2.3.4.2 Perda por Transporte

O transporte é uma atividade que não agrega geralmente valor ao produto, apenas aumenta seu custo. O transporte deve ser minimizado ou mesmo eliminado visando diminuir o trabalho adicional e aumentar o trabalho efetivo realizado no âmbito do sistema produtivo. (SHINGO, 1996; GHINATO, 1996)

2.3.4.3 Perda no Processamento Desnecessário

Segundo Ghinato (1996) essas perdas “são parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço”.

Na visão de Liker (2005) as perdas no processamento podem ser por

super-processamento ou processamento incorreto, estes seriam passos desnecessários para se processar os produtos. O processamento ineficiente resultante de uma ferramenta ou projeto de baixa qualidade, ocasionando movimento desnecessário e produzindo defeitos também pode ser considerado perda, assim como, quando são oferecidos produtos com qualidade superior à que é necessária.

2.3.4.4 Perda por Fabricação de Produtos Defeituosos

Conforme Liker (2005) a perda por produtos defeituosos, deve-se à produção de peças defeituosas ou re-trabalho na correção das mesmas. A necessidade de re-trabalhar, descartar ou substituir e inspecionar significa perdas de manuseio, tempo e esforço. Da mesma forma, Ghinato (1996) coloca que a geração de produtos nos quais são identificadas características de qualidade fora de um padrão estabelecido e que por essa razão não possam ser aplicados resulta na perda por fabricação de produtos com defeito.

Na pior situação o defeito não é percebido pelo processo de manufatura, sendo encontrado apenas pelo cliente, podendo afetar novos negócios e a participação do produto no mercado.

2.3.4.5 Perda por Movimentação

Os movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação resultam nas perdas por movimentação. Conforme Ohno (1997), movimentar-se não significa necessariamente trabalhar, o que denota uma preocupação constante do Sistema Toyota de Produção com a racionalização do trabalho.

2.3.4.6 Perda por Espera

Ghinato (1996) explica que o intervalo de tempo no qual nenhum processo ou operação é executado pelas máquinas ou pelo operador dá origem ao desperdício por tempo de espera.

Estes são aquelas em que as máquinas ou os operadores não são utilizados para as atividades que geram valor, ou seja, seus custos fixos não são

plenamente utilizados.

Este tipo de perda acontece quando um lote de peças está à espera de um recurso para ser processado, ou então quando as peças de um lote esperam pelo restante do lote para que possam avançar para a etapa seguinte, ou ainda quando um operador terminou seu ciclo de produção e fica à espera do término da operação anterior ou posterior a sua.

2.3.4.7 Perda por Estoque

Segundo Ghinato (1996), a manutenção de estoques de matérias-primas, materiais em processamento e produtos acabados implicam em perdas por estoque. Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produto acabado, ocasionando longos *lead times*, obsolescência, produtos defeituosos, custos de transporte e de armazenagem e atrasos resultam em perdas por estoque. (LIKER, 2005).

O excesso também oculta problemas, como sincronismo de produção, atrasos de entrega de fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto e longos tempos de *setup*.

2.3.4.8 Desperdício da Criatividade dos Colaboradores

Liker (2005) inclui entre as perdas o desperdício da criatividade dos funcionários, pois essa ocorre pelo não envolvimento dos funcionários em relação às idéias de melhorias e oportunidades de desenvolvimento. A participação do colaborador é determinante para que a identificação de perdas e melhorias seja realizada.

2.4 Ferramentas para padronização de processos

Visando uma montagem padronizada serão abordadas neste tópico as ferramentas Plano de processo e Plano de controle.

2.4.1 Plano de Processo

De acordo com Monden (1998) o plano de processo é um documento de instrução de trabalho que define os métodos utilizados para execução de uma operação e todos os recursos utilizados para executar aquela operação.

Plano de Processo é um documento que descreve detalhadamente cada etapa do processo, ou seja, a sequência de trabalho das atividades parciais. Este documento deve conter os pontos críticos nas etapas de trabalho, como torques e especificação de testes, entre outros. Deve-se também listar as ferramentas necessárias, os meios de testes e os meios de produção.

É importante ainda que mostre esboço e fotos dos percursos. E que se descreva as atividades padronizadas para chegar ao encerramento do trabalho. Os Planos de Processos são emitidos pelo planejamento e, em seguida, são constantemente otimizados. Eles devem ser afixados na linha de montagem de forma a ser visíveis por fora para o controle da observação dos padrões (VILELA, 2007).

2.4.2 Plano de Controle

Assim como o plano de processo o plano de controle é um documento que auxilia no processo produtivo e deve listar as ferramentas necessárias, os meios de testes e os meios de produção contendo o esboço e fotos do percurso (Vilela, 2007).

Planos de controle são descrições por escrito dos sistemas de controle de peças e processos. Os planos de controle específicos englobam três fases distintas:

- 1) Protótipo – Uma descrição das medidas e testes de material e desempenho que ocorrerão durante a construção do protótipo;
- 2) Pré-lançamento – Uma descrição das medições dimensionais e testes de material e desempenho que ocorrerão durante a avaliação do produto até antes da produção normal. O propósito desse documento é controlar não-conformidades em potencial antes da produção inicial.
- 3) Produção – Uma documentação abrangente das características do produto/processo, controle de processo, testes e sistemas de medição que ocorrerão durante a produção em série.

O Plano de controle descreve as ações necessárias para cada fase do processo, incluindo o recebimento, o processo propriamente dito e seus resultados, e os requisitos periódicos para assegurar que todos os *outputs* do processo estejam sob controle. (MOURA, 2008)

2.5 Análise do modo de falha e efeito - FMEA

Análise FMEA segundo Piluski (2015) é uma metodologia que tem por objetivo avaliar e minimizar riscos por meio da análise das possíveis falhas o que inclui a determinação da causa, efeito e risco de cada tipo de falha, seguido da implantação de ações para aumentar a confiabilidade do produto ou processo.

Segundo Silveira (2014) O FMEA é uma ferramenta que busca reduzir a ocorrência de falhas ou não deixar com que a falha chegue até o cliente. Ela é utilizada para reconhecer e avaliar a falha potencial de um produto/processo e seus efeitos, identificando ações que podem eliminar ou reduzir a possibilidade de ocorrência de uma falha.

Para Piluski (2015) FMEA é uma Metodologia analítica utilizada para garantir que os problemas potenciais tenham sido considerados e abordados durante todo o processo de desenvolvimento do produto e processo.

Segundo Palady (1997) a análise dos modos de falhas e efeitos é uma técnica que oferece três funções distintas:

- 1) É uma Ferramenta para prognóstico de problemas sendo uma das técnicas mais eficientes e eficazes em termos de custos;
- 2) É um procedimento para desenvolvimento e execução de projetos, processos ou serviços, novos ou revisados, tendo uma abordagem estruturada para sua avaliação, condução e utilização;
- 3) É o diário do projeto, processo ou serviço, pois inicia-se na sua concepção e se matem através da vida de mercado do produto, contendo todo seu histórico de modificações.

A base para aplicação é segundo Palady (1997) a existência de basicamente 2 tipos de FMEA, o FMEA de projeto e o FMEA de processo.

Ambos têm os mesmos questionamentos direcionados a sua finalidade que são:

- a) Como esse projeto/processo pode deixar de fazer o que deve fazer?
- b) O que devemos fazer para prevenir essas falhas potenciais?

A base para a aplicação desta metodologia é o formulário FMEA. Conforme mostra Figura 5. Ele é composto basicamente pela descrição da falha, pontuação e o número de prioridade de risco.

Conforme Palady (1997) a pontuação é decorrente de três grandezas,

conhecidas como:

- 1) (S) Severidade: é a natureza dos produtos da organização;
- 2) (O) Ocorrência: é a qualidade histórica dos produtos da organização;
- 3) (D) Detecção: são as políticas operacionais e procedimentos operacionais padrão da organização

O Número de Prioridade de Risco (NPR) é o produto dos índices da severidade, ocorrência e detecção conforme mostrado na Equação 1. Dentro de um FMEA individual, este valor pode ser utilizado para priorizar as deficiências do processo.

$$\text{NPR} = (\text{S}) \times (\text{O}) \times (\text{D}) \quad (1)$$

Após ter completado todas as análises, deve-se decidir sobre a aplicação de ações para a redução dos riscos. Nesse momento o foco deve ser direcionado aos índices com maior NPR. (PILUSKI, 2015).

EMPRESA:		FMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha						Data: xxxxxx		
Setor:		FMEA de Projeto <input type="checkbox"/>		FMEA de Processo <input type="checkbox"/>		Equipamento:				
Processo	Função do componente	Possíveis Falhas			Controle Atual	Índices			Ações Preventivas	
		Modo(s)	Efeito(s)	Causa(s)		S	O	D	NPR	Recomendada

Figura 5 – Formulário de FMEA
Fonte: (PALADY, 1997, adaptado)

2.5.1 FMEA de Projeto – DFMEA

O FMEA de Projeto é utilizado quando o detalhamento do projeto está disponível, ele envolve análise de causas específicas das falhas em componentes individuais. (ROMEIRO FILHO, 2010).

O objetivo destas análises é evitar falhas no produto ou no processo decorrentes do projeto. É comumente denominado FMEA de Produto. (SILVEIRA, 2014).

Um FMEA de projeto avalia questões como:

- a) As especificações de forma e posição estão adequadas;
- b) As tolerâncias estão adequadas;
- c) A espessura e o material estão adequados;
- d) É possível realizar manutenção.

Isso é utilizado para verificar se o produto foi projetado de maneira a cumprir todos os requisitos de cliente, que podem ser fabricados através de um determinado custo, ciclo e rendimento, ou seja qualquer modo de falha da manufatura ou montagem que seja resultado do projeto. (PILUSKI, 2015). Durante a elaboração é importante verificar algumas questões:

- a) Como este projeto poderia deixar de alcançar o desempenho previsto?
- a) Quais as necessidades do cliente?
- b) O que fazer para prevenir as falhas em potencial?

2.5.2 FMEA de Processo - PFMEA

O FMEA de Processo é utilizado para analisar processos de fabricação e montagem, conduzidos quando o processo de produção já está definido. Ele também pode ser aplicado para analisar problemas de qualidade relacionados ao processo produtivo. (ROMEIRO FILHO, 2010).

O objetivo da análise do PFMEA é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto. (SILVEIRA, 2014). Um PFMEA de montagem avalia questões como:

- a) É impedido a montagem de componentes invertidos;
- b) Há barreiras para evitar a mistura de componentes durante a montagem;
- c) Há detecção para evitar a ausência de componentes;
- d) É certificada a correta posição de montagem.

O PFMEA deve ser iniciado antes ou durante o estágio de viabilidade e antes do desenvolvimento das ferramentas de produção. E é preciso considerar no PFMEA todas as operações de manufatura. (PILUSKI, 2015).

3 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa a ser empregada neste trabalho é bibliográfica seguida de pesquisa-ação, com aplicação prática em um estudo de caso.

Devido ao desenvolvimento da sistemática para padronização de processo do grupo piloto precisar ser feita na linha de montagem, utilizando o conhecimento dos montadores para desenvolvimento dos documentos para padronização do processo, foi escolhida pesquisa-ação para este trabalho sendo apresentado através de um estudo de caso, sendo sua estrutura baseada em bibliografias para seleção de ferramentas apropriadas a fim de chegar no objetivo deste trabalho.

A Figura 6 apresenta o fluxo metodológico aplicado neste trabalho.

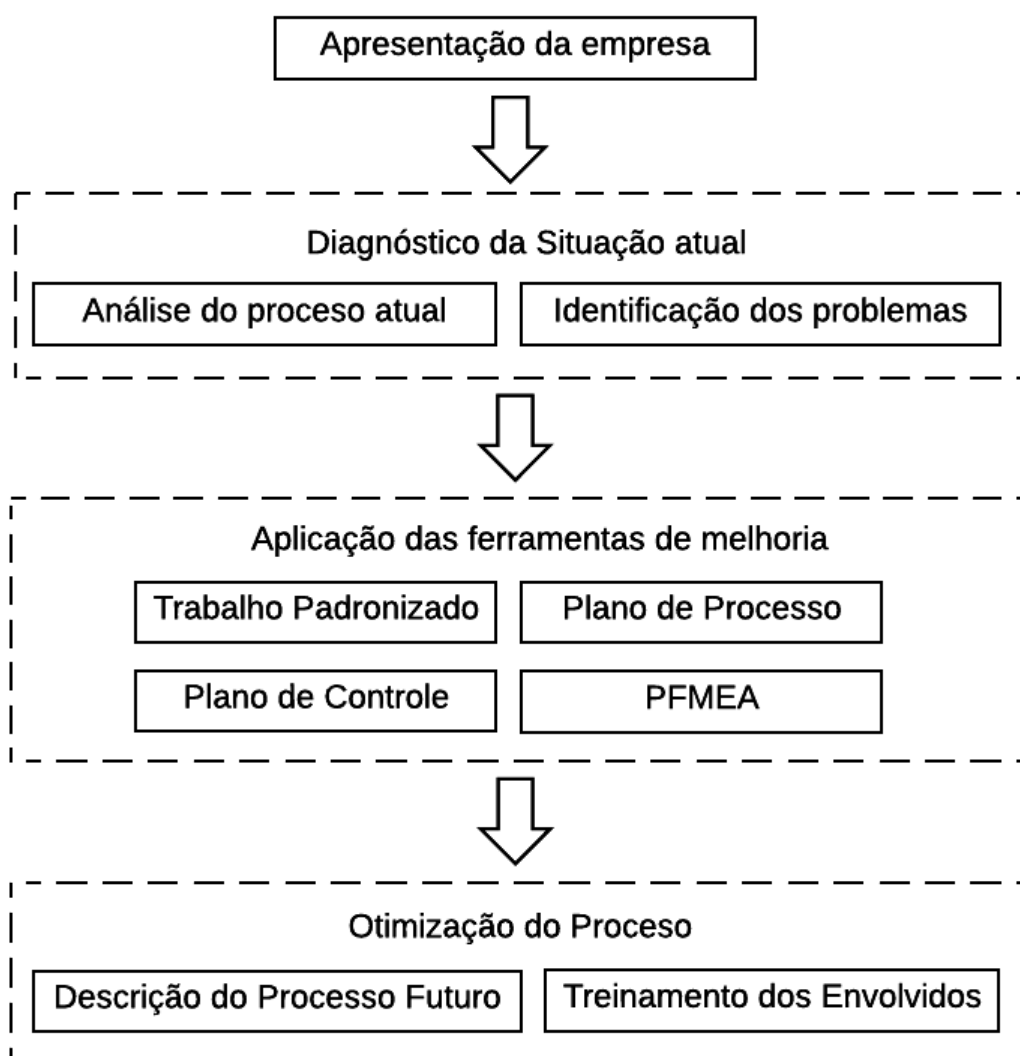


Figura 6 – Fluxo metodológico aplicado neste trabalho

Fonte: O autor, 2017

A primeira etapa consiste na análise do processo atual, onde é realizado um diagnóstico da real situação da empresa em estudo, a fim de identificar os principais problemas em sua linha de montagem, as quais gerem retrabalho, maior tempo de processo, problemas de montagem e logística.

Inicialmente foi necessário desenhar o processo de montagem de um conjunto piloto para compreender as etapas e atividades relacionadas ao trabalho. Para isso foi selecionado um conjunto montado Grupo Rebolo Pulsar para desenvolver o Trabalho Padronizado de seu processo de montagem e comparar seu custo de fabricação externamente com o custo de montagem interna.

Baseado nessas dificuldades foram aplicados conceitos de *Lean manufacturing* procurando desenvolver a padronização e redução de número de componentes na linha de montagem.

Na sequência foram aplicadas as ferramentas de melhoria onde foram desenvolvidos os seguintes documentos: Plano de Processo, o Plano de Controle e a análise PFMEA.

Posteriormente, os envolvidos foram treinados para o sistema padrão estabelecido e então solicitado ao setor de Planejamento alteração de cadastro para compra dos grupos e não mais das peças separadas.

Por fim é proposto um novo fluxo de processo onde as atividades estão padronizadas seguindo um fluxo otimizado.

4 ESTUDO DE CASO

O Estudo de Caso visa proporcionar certa vivência da realidade, tendo por base a discussão, a análise e a busca de solução de um determinado problema extraído da vida real. (GIL,2002)

4.1 Apresentação da Empresa

A empresa em estudo é uma multinacional que atua no Brasil há 40 anos, localizada na cidade de Joinville sendo líderes no fornecimento de máquinas e serviços para conversão e empacotamento de papel higiênico e toalha, conhecidos como *tissue*. A empresa está em constante desenvolvimento tecnológico para agregar valor ao produto e será foco para este estudo de caso para desenvolver o Trabalho Padronizado no processo produtivo de um conjunto de peças piloto.

O segmento de *tissue* é um mercado promissor e tem estado em crescimento nos últimos anos, esse mercado é diretamente proporcional ao crescimento da população, oportunizando inovações tecnológicas.

4.2 Diagnóstico da Situação atual

4.2.1 Análise do processo

O equipamento para produção de *tissue* podem ser considerados de grande porte, conforme mostra a Figura 7. Nessa figura é possível observar o *layout* da linha de produção onde está destacado o grupo Cortadeira, no qual possui os sub-grupos que serão estudados nesse trabalho.

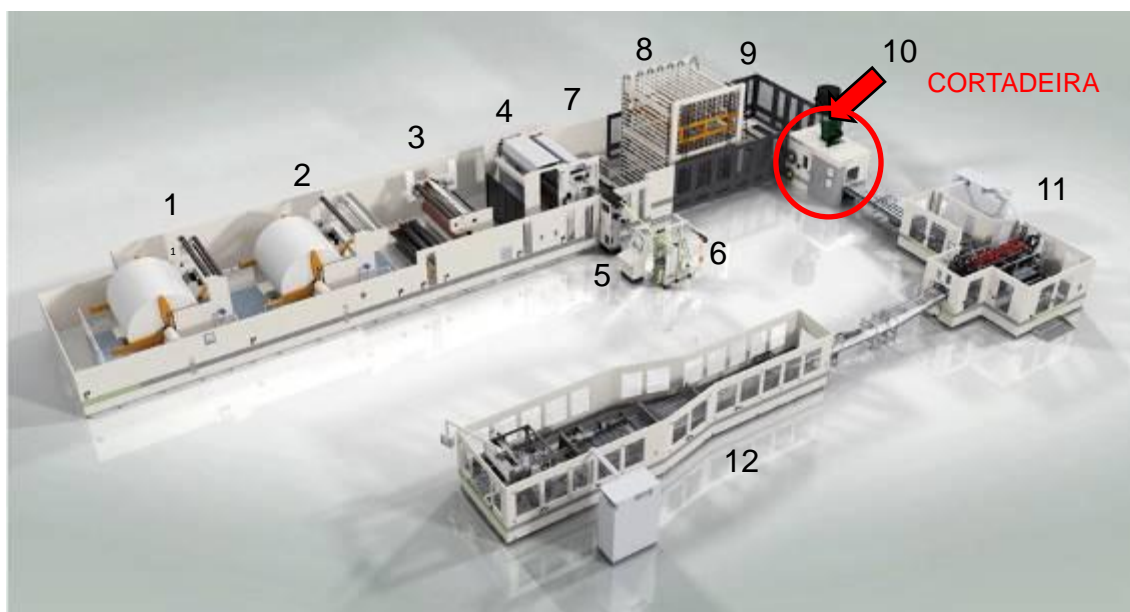


Figura 7 - Layout máquina completa

Fonte: O autor, 2017

Este equipamento é utilizado para conversão de papel higiênico ou toalha e possuem cerca de 72.000 itens separados em 12 grupos, conforme pode-se observar na Tabela 2.

Nº	Grupo	Sub-grupos	Componentes	%
1	DESENROLADOR EXTERNO	22	1.793,00	3%
2	DESENROLADOR INTERNO	28	2.345,00	3%
3	GOFRADOR	62	6.745,00	9%
4	REBOBINADEIRA	70	14.447,00	20%
5	CAIXA DE TUBETES	17	2.804,00	4%
6	TUBETEIRA	18	2.580,00	4%
7	COLADOR	20	3.100,00	4%
8	ACUMULADOR	23	9.092,00	13%
9	DESCARREGADOR DE LOG	14	1.667,00	2%
10	CORTADEIRA	46	5.247,00	7%
11	EMPACOTADEIRA	38	18.298,00	26%
12	ENFARDADEIRA	47	2.975,00	4%
TOTAL		405	71.093,00	

Tabela 2 – Estrutura da máquina completa

Fonte: O autor, 2017

A estrutura da Cortadeira possui cerca de 5.200 componentes separados em 38 grupos, representando 7% do total do equipamento. Dois de seus grupos foram analisados nesse trabalho.

Cada um destes grupos possui diversos componentes que estão dispostos em sub-grupos.

Os sub-grupos a serem analisados são o sub-grupo Rebolo Pulsar Interno e o sub-grupo Rebolo Pulsar Externo, os quais possuem 29 itens cada (ver Apêndices A e B) e tem a função de afiar a faca de corte do LOG. Seu sistema de funcionamento é pneumático e a faca passa pelo meio dos dois rebolos de forma a afia-la de ambos os lados, conforme pode-se observar na Figura 8.

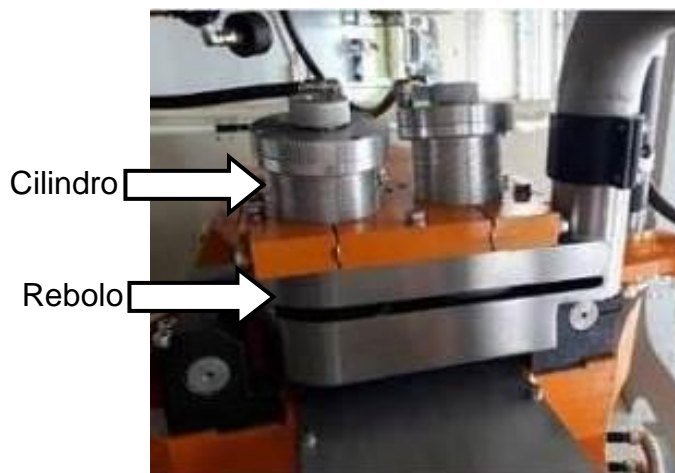


Figura 8 - Grupo Rebolo Pulsar montado na Cortadeira

Fonte: O autor, 2017

O processo de montagem anterior é realizado pela empresa em várias etapas, conforme pode-se observar na Figura 9. Ele se inicia no planejamento e compra das peças comerciais e fabricadas, as quais possuem *lead times* diferentes, seguido do seu recebimento, separação e direcionamento aos seus respectivos almoxarifados. Quando o projeto está no período de montagem as peças são separadas e direcionadas à montagem do conjunto que após concluída é montado no equipamento.

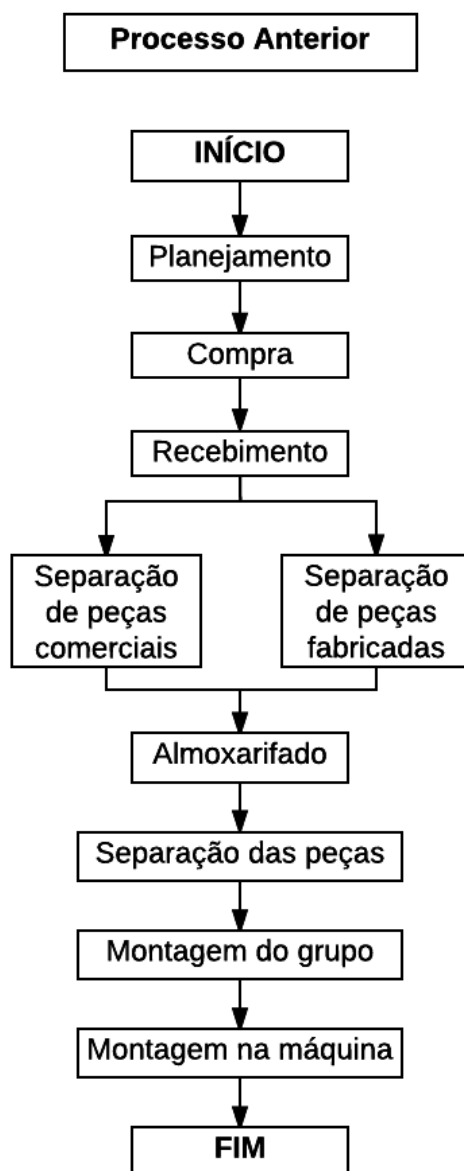


Figura 9 - Fluxograma do Processo de Fabricação do sub-grupo Rebolo Pulsar
Fonte: O autor, 2017

4.2.2 Identificação dos problemas

A partir do diagnóstico realizado na etapa anterior pode se identificar os seguintes problemas no processo de montagem atual:

- a) Conjuntos sendo comprados em peças separadas para posterior montagem interna, gerando aumento do tempo de montagem e comprometendo o fluxo logístico;
- b) A inexistência do processo de montagem documentado dificulta o desenvolvimento de compra externa devido ao conhecimento do

processo de montagem ser dominado apenas pelos atuais montadores e como não há instrução de trabalho se torna difícil desenvolver um fornecedor ou até mesmo um novo montador interno;

- c) O conjunto montado Grupo Rebolo Pulsar tem seu tempo de montagem comprometido devido aos retrabalhos e ajustes de montagem ocasionando atraso na produção. Seu tempo de montagem é de 1h, porém pode ter sua montagem interrompida, devido a desvios nas tolerâncias e algumas peças são devolvidas ao seu fornecedor para o processo de ajuste;
- d) Necessidade de ajustes em alguns componentes para conclusão do processo de montagem. Alto índice de retrabalho, 78.686,97 horas produtivas totais onde 4,31% são retrabalhos. Na Figura 10 pode-se observar, em quais grupos, essas horas estão distribuídas. O total de horas produtivas na Cortadeira é de 8.723h, sendo 480h de retrabalho representado 5,5% dos retrabalhos neste grupo.

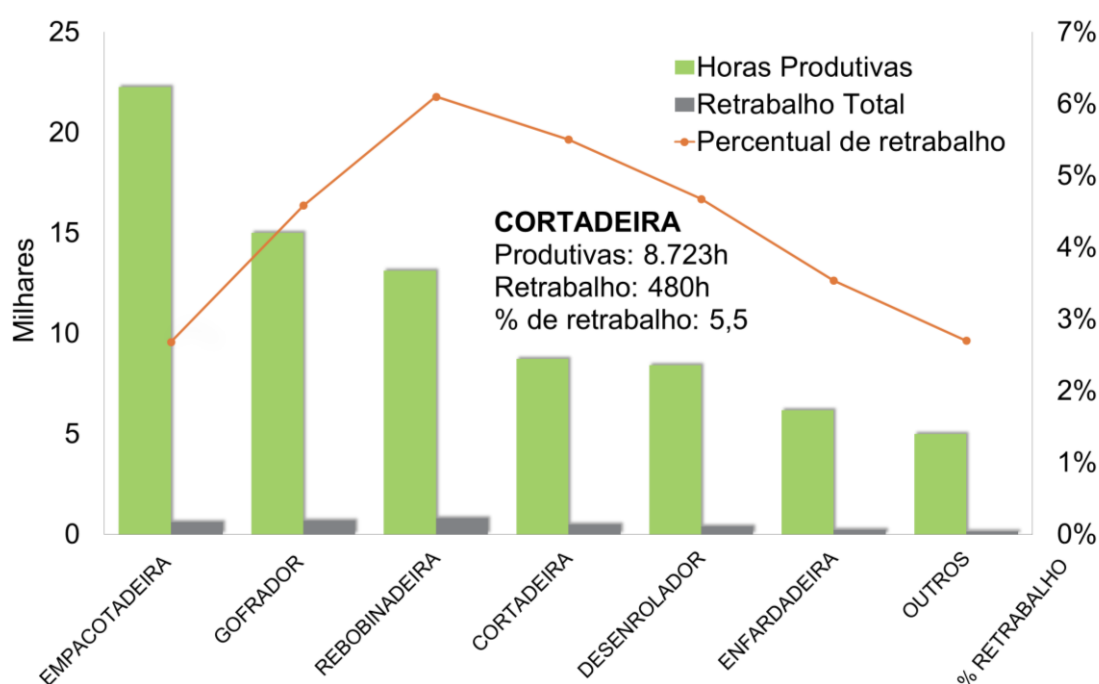


Figura 10 – Total de horas x retrabalhos 2016

Fonte: O autor, 2017

Pode-se observar na Figura 11 um resumo dos principais problemas identificados e algumas sugestões de melhoria, as quais serão abordadas no

próximo tópico 4.3 Aplicação das ferramentas de melhoria.

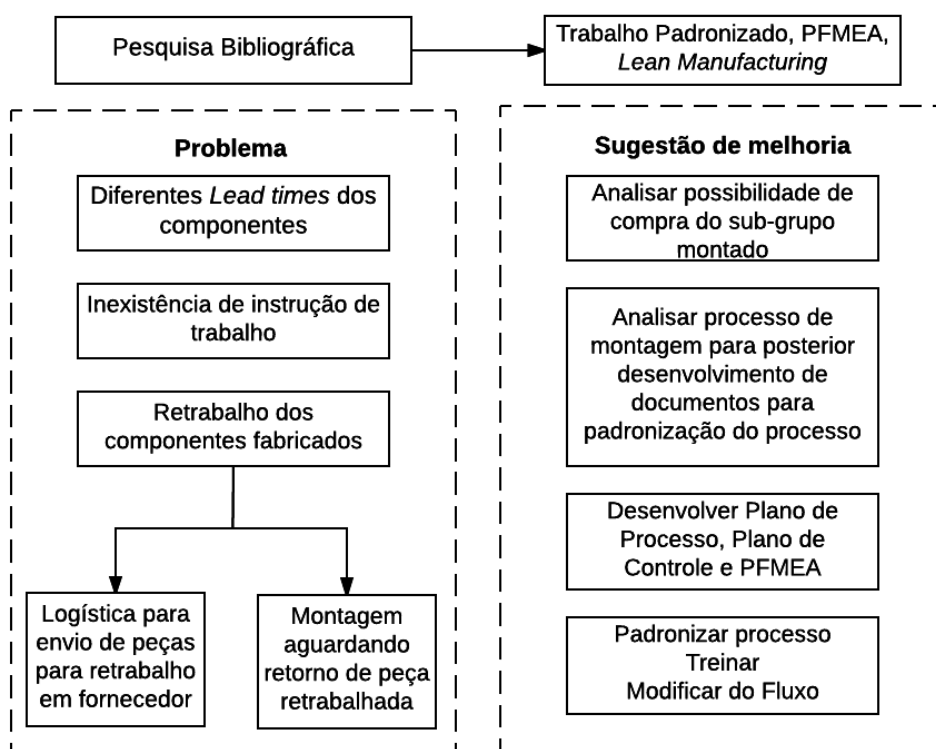


Figura 11 – Resumo dos principais problemas e sugestões de melhoria

Fonte: O autor, 2017

4.3 Aplicação das ferramentas de melhoria

4.3.1 Desenvolvimento do Trabalho Padronizado

Para seleção dos itens a serem analisados para padronizar a montagem do conjunto piloto foi utilizado o seguinte critério: grupos que tenham retrabalhos em sua linha de montagem, mas que tenham um número considerável em volume de venda conforme pode-se observar na Tabela 3.

Grupo	Volume anual (pç)	Equipamento	% de retrabalho
Rebolo Pulsar int.	50	Cortadeira	5,5
Rebolo Pulsar ext.	50	Cortadeira	
Punção esquerdo	6	Rebobinadeira	6,1
Punção direito	6	Rebobinadeira	
Suporte Rolo	24	Desenrolador	4,7
Guia rolos	18	Enfardadeira	3,5
Transmissão Rolo	6	Gofrador	4,6

Tabela 3 – Volume de venda x retrabalho

Fonte: O autor, 2017

Baseado na metodologia dos desperdícios da filosofia *Lean Manufacturing* e utilizando a ferramenta de Padronização de Processo, foi analisado o processo de montagem do conjunto piloto e redesenhado seu padrão de montagem.

O processo de compra de componentes foi alterado, passou-se a comprar os grupos pré-montados, otimizando seu processo de montagem e minimizando suas possíveis falhas.

O processo de montagem foi documentado em Trabalho Padronizado pela equipe de Montadores e Compradores, conforme Plano de Processo abordado no (tópico 4.3.2). Com o objetivo de melhoria contínua, posteriormente foi desenvolvido um Plano de Controle (tópico 4.3.3) para que seja realizado o teste pulsar dos cilindros e de nivelamento do rebolo garantindo a qualidade do produto. Com isso pode-se apontar suas falhas de processo no PFMEA (tópico 4.3.4)

A sistemática de alteração e padronização pode ser observada na Figura 12.

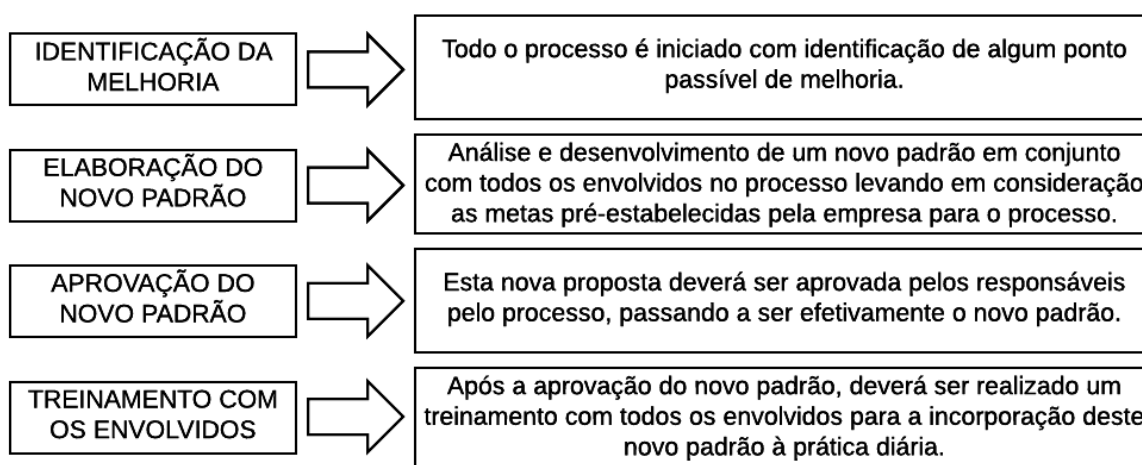


Figura 12 - Sistemática de alteração de padrões

Fonte: O autor, 2017

4.3.2 Plano de Processo

A coleta dos dados para desenvolvimento do Plano de Processo foi realizada durante 4h de trabalho observando a montagem do Grupo Rebolo Pulsar. Foi realizado o registro de fotos e apontamento do desenvolvimento do processo de montagem, sendo apontado as dificuldades que os montadores tem para concluir a montagem e os retrabalhos feitos nas peças usinadas para montar esse conjunto.

Os documentos desenvolvidos conforme mostram a Figura 13 e Tabela 4, contêm informações que descrevem o planejamento de montagem padrão, onde pode-se observar informações como:

- Detalhamento da montagem do conjunto, códigos e fotos dos componentes;
- Descrição (O que?): Qual é o processo naquele momento da montagem (montar, verificar...) e que peças serão montadas;
- Ponto Chave (Como?): Como será a união das peças e que ferramentas utilizar;
- Motivo (Por que?): Por que executar a montagem da maneira estabelecida.

As informações completas podem ser vistas no Apêndice C, onde são apresentadas outras montagens do conjunto.




FOLHA DE ELEMENTOS		Grupo	Folha Nº	CODIGO DOC
		224381 GR. REBOLO PULSAR EXTERNO	1	XXXXX
		224379 GR. REBOLO PULSAR INTERNO		
Descrição (O que?)		Ponto Chave (Como?)		Motivo (Por que?)
 <p>Testar montagem dos cilindros 224398 (ext) e 224390 (int) na Placa Mãe 394735 nas duas posições, frente e verso</p>		<p>Montagem manual em ângulo a fim de checar se a rosca está dando montagem da peça na contra peça</p>		<p>É importante que seja identificada a posição de montagem dos cilindros interno e externo para não ocorrer falha na montagem.</p>
 <p>Montar anel O-ring 20505901 - 2 unidades em cada cilindro</p>		<p>Montagem manual</p>		<p>Para evitar vazamentos</p>
 <p>Verificar montagem da camisa e bucha se estão montando sem interferência. Montar camisa do retentor 224385, bucha DU 21171696 e bucha DU 21171633 nos cilindros</p>		<p>Utilizar martelo de nylon e dispositivo. Montagem precisa ser sem interferência e bucha deve estar bem no final. Utilizar vasilina se necessário para auxiliar na montagem</p>		<p>As buchas e camisa devem estar montando sem interferência de forma que o conjunto possa efetuar o movimento de "pulsar" com êxito.</p>

Figura 13 - Plano de processo

Fonte: O autor, 2017

Descrição (O que?)	Ponto Chave (Como?)	Motivo (Por que?)
Testar montagem dos cilindros 224398 (ext) e 224390(int) na Placa Mãe 394735 nas duas posições, frente e verso	Montagem manual em ângulo a fim de checar se a rosca está dando montagem da peça na contra peça	é importante que seja identificada a posição de montagem dos cilindros interno e externo para não ocorrer falha na montagem.
Montar anel o'ring 20505901 - 2 unidades em cada cilindro	montagem manual	para evitar vazamentos
Verificar montagem da camisa e bucha se estão montando sem interferência. Montar camisa do retentor 224385, bucha DU 21171696 e bucha DU 21171633 nos cilindros	utilizar martelo de nylon e dispositivo. Montagem precisa ser sem interferência e bucha deve estar bem no final. Utilizar vasilina se necessário para auxiliar na montagem	as buchas e camisa devem estar montando sem interferência de forma que o conjunto possa efetuar o movimento de "pulsar" com êxito.
Utilizar eixo porta mola 224393 (int) e 224399(ext) para aliviar as tenções das buchas 21171696 e 21171633	com martelo de nylon	as tensões precisam ser aliviadas para que a montagem ocorra sem interferência
Montar camisa com cola, tirando seu excesso, e centralizar furações.	Cola BR55457 LOCTITE ROL. BUCHA 638 50ML - fixação de peças cilíndricas.	a camisa deve ficar fixa para dar estrutura aos demais componentes e com as furações alinhadas para a montagem do pino guia.
Testar rosca do do pino guia 223875	chave alen	caso a rosca não estiver dando montagem esta deve ser ajustada.
Montar anel LRC 20512828 e o'ring 20512089 na camisa 224385	montagem manual	para evitar vazamentos
Montar anel raspador PU 20512925 na parte inferior dos cilindros e na tampa porta retentor 224384.	utilizar dispositivo com alojamento somente na parte metálica e martelo de nylon.	a parte em PU não pode ser danificada na montagem. O anel raspador evita empregnação de impurezas no sistema.
Ajustar tampas 394948(ext) e 394947(int) para montagem. Estas devem estar identificadas conforme cores indicadas nos desenhos.	Ajustes feitos no torno e montagem manual	devido a dilatação do material com a montagem do anel raspador é necessário alargar a furação central para montagem da tampa. É importante que seja identificado as cores correspondentes nas escritas nas tampas, preto(ext) e vermelho(int) para evitar falha na montagem.
Testar porca trava rolamento 223872 com rosqueador D075556 no eixo porta mola 224393 (int) e 224399(ext).	montagem manual	a porca trava precisa estar montando no rosqueador pois este serve para assegurar que a porca trava gire junto com o conjunto.
Ajustar eixo porta rebolo 224389 para rolamento 20980707 entrar deslizando e montar rolamento. Montar a porca 223872 com o rebaixo para cima. Montar rolamento(um em cada extremidade do eixo), esse deve ser retida a capa de um dos lados (lado que ficar para dentro). Montar distanciadores 224391 (ajustar diâmetro interno para dar montagem) e 224388 no eixo porta	Ajustes feitos no torno	o eixo não pode ter interferência com o rolamento evitando seu mal funcionamento. A capa do rolamento é retirada para aliviar suas tenções.
Montar anel LRC 20512428 e anel o'ring 20512058 no eixo porta mola 224393 (int) e 224399(ext). Testar se rolamento encosta do final do acento interno destes eixos.	montagem manual	para evitar vazamentos
Passar vasilina nos anéis elásticos	com pincél	para facilitar a montagem
montar eixo porta mola e montar pino guia 223875	chave alen e montagem manual	alinhar conjunto e travar eixo porta mola
Montar 4 molas 23461679, anel raspador PU 20512925 no conjunto e anel elástico 20322052 no cilindro 224390 (Interno)	montagem manual e alicates	não é utilizado uma das molas para eliminar excesso de tenção. O anel elástico é utilizado para segurar o conjunto de molas.
Colocar vasilina no anel o'ring 20505318 na furação indicada; parafusar tampa; passar cola na porca trava 223872 e apertar	montagem manual - Cola BR55458 LOCTITE PARAF. PORCA 242 50ML	para evitar vazamentos
Montar rosqueador no conjunto eixo porta mola de forma a travar a porca trava no alojamento; Montar maçaneta 394949(int) e 394950(ext); Apertar parafusos e limpar todas as roscas.	chave alen e montagem manual	rosqueador serve para assegurar que a porca trava gire junto com o conjunto.
testar cilindro para verificar se o conjunto está pulsando;	ar pressurizado	conjunto não pode ter interferências em sua montagem para afetar com êxito sua função pulsar.
passar relógio comparador no suporte rebolo (aceitável 0,02); Passar relógio comparador no suporte rebolo montado (aceitável 0,06); trocar de lado o rebolo caso esteja variando muito. Obs. Os parafusos devem ser apertados uniformemente.	relógio comparador	a tolerância determinada aceitável é necessária para não haver irregularidades nas facas que serão afiadas por esses conjuntos
ajustar insertos roscados para não haver rebarba ; fixar rebolo 223850 no suporte anel abrasivo 223832 e montar no conjunto; apertar parafusos de forma uniforme; Verificar rebolo se não há microtrincas ou lascas.	macho e análise visual	insertos roscados não podem ter rebarbas para melhor fixar o rebolo; Se o rebolo estiver com defeitos não será alcançada a tolerância exigida na montagem.
colocar plástico bolha no rebolo e roscas da camisa; colocar fita crepe no orifício de entrada de ar.	manualmente	evitar bater rebolo ou danificar roscas e evitar entrada de sujeira nos orifícios do conjunto.

Tabela 4 – Desenvolvimento do Plano de Processo

Fonte: O autor, 2017

4.3.3 Plano de Controle

Para desenvolvimento do Plano de Controle foram coletados os dados na etapa final da montagem, onde se faz o teste de pulsar dos cilindros e de nivelamento do rebolo.

Foram registradas fotos e apontados os detalhes para execução destes testes a fim de garantir que o conjunto esteja executando perfeitamente sua finalidade que é pulsar e afiar a faca de corte da Cortadeira do papel com o rebolo.

O documento desenvolvido conforme mostra Figura 14 contém os seguintes dados:

- Características das operações: Descrever processo (testar, passar relógio comparador...);
- Descrições das operações: especificar tolerâncias, ferramentas, etc.
- Croqui de montagem: inserir imagens que representem os testes a serem feitos.


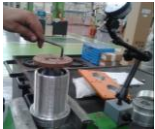
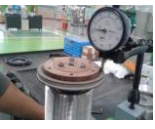
PLANO DE CONTROLE							Grupo		Folha	CÓDIGO	
							GR. REBOLO PULSAR		1	XXXX	
Operação	Nome do processo	Dispositivo	Ferramenta	CARACTERÍSTICA	ESPECIFICADO	RESPONSÁVEL	MÉTODO DE CONTROLE	AMOSTRA		CROQUI DA OPERAÇÃO	
								TAM	FREQUÊNCIA		
Grupo cortadeira	Teste pulsar dos cilindros	Ar	pressurizado	A	Testar cilindro para verificar se o conjunto está pulsando	Ar pressurizado	Montador e inspetor de qualidade	Visual	1	Todo final de montagem de cada grupo e pela qualidade no seu recebimento.	
	Teste nivelamento rebolo	Relógio comparador		B	Passar relógio comparador no suporte rebolo	(aceitável 0,02 mm)	Montador e inspetor de qualidade	Medidas do equipamento de medição	1	Todo final de montagem de cada grupo e pela qualidade no seu recebimento.	
	Teste nivelamento rebolo	Relógio comparador		C	Passar relógio comparador no suporte rebolo montado. Obs. Trocar de lado o rebolo caso esteja variando muito e os	(aceitável 0,06 mm)	Montador e inspetor de qualidade	Medidas do equipamento de medição	1	Todo final de montagem de cada grupo e pela qualidade no seu recebimento.	
PLANO DE REAÇÃO:											
Elaborado por:					Revisado/Aprovado por:			Data:		Revisão:	
Cristiane Ceratti Nunes					XXXX			30.05.2016		0	

Figura 14 - Plano de controle

Fonte: O autor, 2017

4.3.4 PFMEA

Para elaboração desse documento foram coletados os dados do processo de na montagem do grupo em estudo juntamente com o *Know how* dos montadores e da equipe de controle de qualidade, com isso pode-se montar o documento

PFMEA conforme pode-se observar na Figura 15, onde são apontadas as seguintes falhas:

- a) Batimento maior que 0,02mm no suporte do rebolo e maior que 0,06mm no conjunto montado;
- b) Cilindro com vazamento;
- c) Conjunto não pulsa;
- d) Montagem com interferência das camisas e buchas;
- e) Montagem incorreta dos anéis o'rings;
- f) Montagem invertida dos cilindros interno e externo;
- g) Tampa não monta.

O documento desenvolvido é flexível, ou seja, é uma ferramenta para ser alimentada constantemente conforme a necessidade da empresa, seja para definir os índices melhorados ou para incluir novas falhas. As informações completas podem ser vistas no Apêndice D.

Os montadores identificaram, enquanto montavam, as possíveis falhas que poderiam ocorrer no processo de montagem e conforme conhecimento da Qualidade, a qual acompanhou o desenvolvimento do processo de fabricação do cilindro pode se apontar o cuidado na sua fabricação.

Conforme definido pelos envolvidos, ao desenvolver o documento de PFMEA, foram utilizados os maiores valores de NPR para desenvolver um plano de ação, pode-se observar que os maiores NRPs chegaram a 420, estes foram tomados como prioridade.

Com o desenvolvimento do PFMEA pose-se identificar as possíveis falhas na montagem, fazendo um plano de ação para que essas não ocorram e como consequência a reduzir os retrabalhos no grupo cortadeira, a qual o grupo piloto faz parte.

EMPRESA:		PFMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha de Processo				Data: 23/01/2017					
Local: Joinville		Setor: Montagem		Sistema:		Equipamento:					
Função do componente		Possíveis Falhas		Controle Atual	Índices		Ações Preventivas				
					S	O		D	Recomendada	Adotada	
Montar os cilindros 224398 (ext) e 224390 (int) na Placa Mãe 394735 nas duas posições, frente e verso.		Modo(s) Montagem incorreta, posição invertida	Efeito(s) Falha na montagem	Causa(s) Não há identificação orientando a correção montagem dos cilindros.	Não há	4	6	144	Fazer identificação nas tampas conforme indicado nos desenhos 394948 (ext) e 394947 (int)	tampas identificadas	
Montar 2 anéis O ring 20505901 em cada cilindro		Anel montado fora de posição	Vazamentos	Montagem manual, sem ferramenta padronizada.	Visual	6	10	7	420	Descrição da montagem e verificação	
Montar Camisa do Retentor 224385, Bucha DU 21171696 e Bucha DU 21171633 nos cilindros		Montagem com interferência excessiva	Impossibilita o movimento correto de pulsar do conjunto	Dimensional do corpo cilíndrico fora de especificação	Teste de montagem	7	10	2	140	Utilizar manelo de Nylon e dispositivo para montagem e revisar processo de fabricação dos componentes	direcionamento dos itens fabricados a um único fornecedor para fazer os ajustes de montagem
		Montagem incompleta da camisa na buchta	Vazamentos	Montagem com interferência excessiva	Visual	6	10	7	420		
Utilizar eixo porta mola 224393 (int) e 224399 (ext) para aliviar as tensões das buchas 21171696 e 21171633		Buchas com tensões	Interferência na montagem final	Não realizar as batidas ao entorno das buchas com macete de Nylon	Teste de montagem manual	7	10	2	140		

Figura 15 – FMEA de Processo Sub-grupo Rebolo Pulsar

Fonte: O autor, 2017

4.3.5 Descrição do processo futuro

O processo de montagem anterior se inicia no planejamento e compra das peças comerciais e fabricadas, as quais possuem *lead times* diferentes, seguido do seu recebimento, separação e direcionamento aos seus respectivos almoxarifados.

Quando o projeto está no período de montagem as peças são separadas e direcionadas à montagem do conjunto que após concluída será montado no equipamento.

Após implementação do processo padronizado se inicia no planejamento e compra do sub-grupo montado, seguido do seu recebimento, separação e direcionamento ao estoque do projeto para ser montado no equipamento em seu devido período, como pode-se observar na Figura 16.

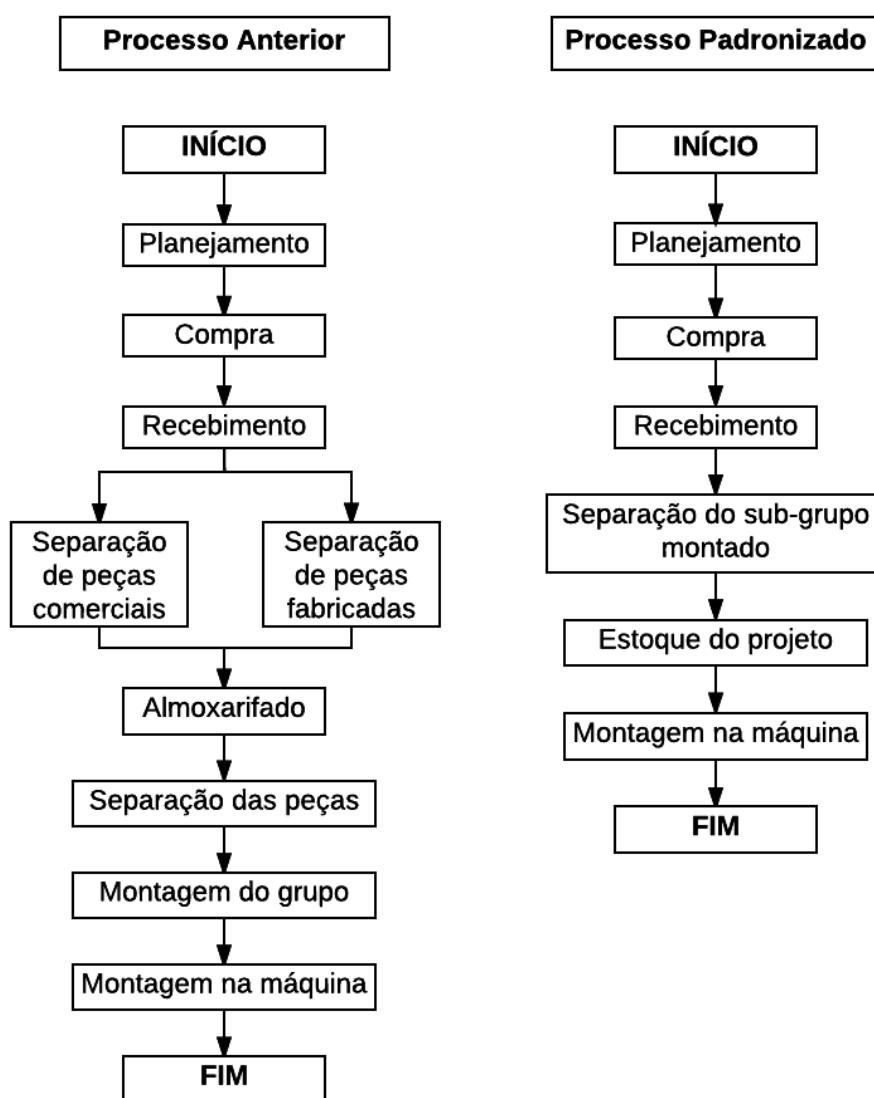


Figura 16 – Comparativo do fluxo do processo de fabricação do sub-grupo Rebolo Pulsar

Fonte: O autor, 2017

4.3.6 Treinamento dos envolvidos

Com os documentos de padronização de processo desenvolvidos a empresa pode treinar seus operadores e terceiros, para efetuarem seu processo de montagem com êxito, conforme o sistema Toyota nos tráz para executar suas tarefas.

Para dar início ao novo fluxo os montadores e fornecedores são treinados para realizarem a montagem conforme novo processo.

O treinamento dos montadores é realizado na linha de montagem pelo responsável da montagem aos montadores do grupo Cortadeira exemplificando na montagem dos grupos.

O treinamento dos fornecedores é realizado em duas etapas para que ocorra a homologação. São elas:

- a) Na linha de montagem com os montadores já treinados exemplificando o processo;
- b) No fornecedor, sendo observado a montagem e certificado de que há ferramentas adequadas e espaço direcionado para a realização da montagem dos grupos.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Baseado na filosofia *Lean Manufacturing*, bem como nos 7 desperdícios e utilizando ferramentas para padronização de processo, foi possível desenhar um novo procedimento mais eficiente, o qual será abordado nos tópicos desse capítulo.

5.1 Padronização do processo

Foi desenvolvida uma sistemática de ações para o direcionamento e alcance das metas, identificando as melhorias, elaborando um novo padrão, aprovando e treinando os envolvidos.

Na etapa de identificação das melhorias foi definido um grupo com volume consideravelmente alto de vendas e com alto índice de retrabalhos, este foi utilizado como piloto para a empresa.

Para elaboração do novo padrão, conforme observado em Moden (1998) e Vilela (2007), foi detalhada a montagem do conjunto de peças com os montadores e desenvolvido o documento do Plano de Processo, identificando os pontos possíveis de falhas e elaborado o PFMEA, o qual trouxe a oportunidade de analisar o processo, suas falhas e corrigi-las ou minimizá-las para obter um processo eficiente.

Para garantir que o conjunto realizasse sua função com eficiência, foi desenvolvido um Plano de Controle para instruir como efetuar o teste pulsar dos cilindros e de nivelamento do rebolo.

Na etapa de aprovação do novo padrão todos os envolvidos avaliaram os documentos e os aprovaram, adotando como prática o treinamento do novo procedimento. O montador de posse desses documentos pode garantir que o grupo montado atenda às necessidades do projeto, conseqüentemente garantindo a satisfação do cliente.

O conhecimento de montagem de um equipamento deve estar disponível para treinamento sempre que a empresa observar a necessidade e ter um histórico dos processos. Isso é essencial para não depender de uma única fonte de conhecimento, evitando assim um resultado negativo para seus negócios.

O Grupo Rebolo Pulsar é utilizado nas máquinas de linha e para peças de reposição. A agilidade no processo de fabricação desse grupo faz com que o cliente seja rapidamente atendido. Já na linha de produção ganha-se redução de tempo de

processo, mão de obra e espaço físico no *layout*, contribuindo para inclusão de novos equipamentos ou até mesmo um desenvolvimento de um novo seguimento.

5.2 Redução do tempo de montagem

A aplicação do processo padronizado, reduziu etapas de recebimento, almoxarifado e montagem. O recebimento faz o lançamento fiscal das peças e no estoque, separa os grupos já montados e os direciona ao estoque de projeto, onde o montador recebe a ordem de produção para montagem do grupo na máquina, dando baixa no equipamento.

O grupo atualmente é tratado como um item, necessitando de menos procedimentos internos para direcioná-lo à montagem. Os *lead times* dos itens na compra das peças separadas diferem um dos outros sendo necessário uma maior logística.

A Tabela 5 apresenta a estrutura do conjunto, informando o *lead time* de cada peça, sendo que os itens fabricados, anteriormente eram comprados separadamente e não eram entregues na mesma data.

Nº item	Texto breve objeto	Unidade	Qtd.	Fornecedor	Lead time
1	SUPORTE ANEL ABRASIVO TELLURIUM	PÇ	1	USINADO	10 dias
2	ANEL ABRASIVO "JANUS" B107 W75 R57	PÇ	1	COMERCIAL	20 dias
3	PORCA TRAVA ROLAMENTO	PÇ	1	USINADO	10 dias
4	ROLAMENTO 61902 2RZ	PÇ	2	COMERCIAL	30 dias
5	TAMPA PORTA RETENTOR	PÇ	1	USINADO	10 dias
6	PINO GUIA	PÇ	1	USINADO	10 dias
7	CAMISA DO RETENTOR	PÇ	1	USINADO	10 dias
8	ANEL LRC 4143/35	PÇ	1	COMERCIAL	20 dias
9	ANEL ORING 4143 EM VITON	PÇ	1	COMERCIAL	7 dias
10	BUCHA MB 35X30 DU	PÇ	1	COMERCIAL	15 dias
11	PARAF M5X16 CIL INOX DIN912	PÇ	4	COMERCIAL	7 dias
12	ANEL RASPADOR PU 7 35/45/10 >	PÇ	2	COMERCIAL	20 dias
13	TAMPA POSTERIOR REBOLO	PÇ	1	USINADO	10 dias
14	MACANETA	PÇ	1	USINADO	10 dias
15	PARAF M4X16 CIL INOX DIN912	PÇ	2	COMERCIAL	7 dias
16	DISTANCIADOR 28/25 L50 >	PÇ	1	USINADO	10 dias
17	EIXO PORTA REBOLO "PULSAR 2001"	PÇ	1	USINADO	10 dias
18	ANEL ORING 2010	PÇ	1	COMERCIAL	7 dias
19	CILINDRO PORTA REBOLO	PÇ	1	USINADO	10 dias
20	ANEL ORING 6150 EM VITON	PÇ	1	COMERCIAL	7 dias
21	ANEL LRP 6150/50	PÇ	1	COMERCIAL	20 dias
22	EIXO PORTA MOLA REBOLO	PÇ	1	USINADO	10 dias
23	BUCHA MB 60X20 DU	PÇ	1	COMERCIAL	15 dias
24	MOLA DE COMPRESSAO POS.55	PÇ	5	COMERCIAL	20 dias
25	DISTANCIADOR 18/15 L50	PÇ	1	USINADO	10 dias
26	PARAF M5X20 CIL INOX DIN912	PÇ	3	COMERCIAL	7 dias
27	PARAF M5X10 CHT ZINC TRIV 10.9 DIN7991	PÇ	3	COMERCIAL	7 dias
28	ANEL ORING 3218	PÇ	2	COMERCIAL	7 dias

Tabela 5 – *Lead time* Grupo Rebolo Pulsar

Fonte: o autor, 2016

Observa-se na Tabela 5 essa diferença de lead times que varia de 7 até 30 dias.

5.3 Redução do índice de retrabalho

Como os grupos analisados passaram a ser comprados montados não existe a necessidade de retrabalhos, pois o processo de montagem foi desenvolvido no fornecedor, onde ele é realizado conforme o novo padrão, passando a ser ajustado e testado, chegando na linha de montagem pronto para ser montado ao equipamento.

Com o trabalho padronizado criado foi possível desenvolver uma nova fonte de fornecimento, melhor qualificada para fabricação do conjunto a um menor custo, além de melhor qualidade.

5.4 Redução de custo de produção e montagem

A Tabela 6 apresenta o comparativo do custo para montagem interna e a montagem por fornecedor externo.

O orçamento foi realizado por três fornecedores distintos, considerando um volume anual de 50 unidades e posteriormente comparado ao custo de montagem interna.

Compra Grupo						
Item	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Custo interno	Variação	Diferença R\$
224381 GR. REBOLO "PULSAR" EXT.	2.430,00	2.268,00	2.075,00	2.220,00	-7%	145,00
224379 GR. REBOLO "PULSAR INT.	2.430,00	2.268,00	2.075,00	2.220,00	-7%	145,00
Total	4.860,00	4.536,00	4.150,00	4.440,00		
Comparativo Custo Anual						
Volume 50 peças/ano	Custo interno	222.000,00				
	Custo externo	207.500,00				
	Variação	-7%				
	Diferença anual	14.500,00				

Tabela 6 – Comparativo do custo de montagem

Fonte: o autor, 2016

Conforme mostra a Tabela 7 o custo de produção para a montagem externa é 7% menor que o custo para montagem interna. Esse cálculo foi realizado comparando o custo do fornecedor C, que é o melhor orçamento, com o custo de montagem interna, resultando em uma diferença de 7%, sendo R\$145,00 menor por peça. Isto no montante das compras anuais representa uma redução de R\$ 14.500,00.

Além do ganho na terceirização da montagem, pode-se observar ganhos em eficiência pois se reduziu significativamente o fluxo de materiais, eliminando a etapa da montagem interna do grupo, e diminuindo sua logística, já que o grupo virá montado sendo apenas direcionado a montagem final do equipamento.

5.5 Otimização da logística interna de movimentação de materiais

O resultado da padronização de processo, juntamente com a compra do conjunto montado otimizaram o tempo de montagem e a mão de obra já que o conjunto chega finalizado e testado na linha de montagem.

Representaram também um ganho em espaço físico e custo, garantido um processo eficiente com uma maior agilidade na reposição das peças ao cliente.

Uma das estratégias da empresa é disponibilizar mão-de-obra e espaço físico para desenvolvimento de novos equipamentos e com o novo fluxo padronizado isso é possível.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou uma revisão bibliográfica sobre o tema *Lean Manufacturing*, percorrendo seus princípios e ferramentas para padronização de processos.

Utilizando a sistemática para padronização do processo, o objetivo foi alcançado, sendo que foi selecionado o conjunto “Rebolo Pulsar” como piloto para padronizar e otimizar seu processo de montagem, através do desenvolvimento de um novo padrão de montagem.

Em busca por melhores métodos de trabalho, foram desenvolvidos documentos como Plano de processo, Plano de Controle e PFMEA para a padronização do processo do componente piloto.

Com os documentos desse processo criados, foi possível desenvolver novas fontes de fornecimento para o conjunto montado e eliminando os retrabalhos presentes na linha de montagem dos componentes que eram comprados separados.

O conjunto passou a ser comprado externamente, o qual será entregue já montado e testado, com um custo 7% menor do que montado internamente, representando uma redução de R\$14.500,00 anualmente no orçamento da empresa.

Com o novo padrão pode-se reduzir as etapas do processo, a logística para separação de peças ficou mais fácil e o montador passou a receber o conjunto mais rápido na linha de montagem, agilizando a atividade.

O tempo de montagem conseqüentemente reduziu, pois o grupo será entregue já montado na produção pronto para ser inserido no equipamento.

Esse processo foi desenvolvido como piloto dentro da empresa. A Cortadeira, a qual o conjunto piloto faz parte, representa 7% do equipamento e a proposta é replicar esse trabalho para os demais grupos.

REFERÊNCIAS

BARBOZA, F.G. **Melhoria de Processo Produtivo pela Aplicação de Conceitos Lean: Um Estudo de Caso**; Universidade de São Paulo, SP, 2011

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 7. ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2003

CUDNEY, E. **Using standard work in Lean Manufacturing**. In: *Institute of Industrial Engineers International Conference*, 51, Dallas, 2001

DELFINO, E.L.M. **O Estudo da Produção Enxuta na Eliminação de Desperdícios e sua Aplicação em uma Empresa de Gelados Comestíveis**, IFMG, Governador Valadares, 2014

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **To Pull or Not to Pull: What Is the Question?** *M&SOM Manufacturing & Service Operations Management*, Vol.6, No.2, Spring 2004

FUJIMOTO, T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota**. New York: Oxford University Press, 1999

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente just-in-time: autonomia e zeros defeitos**. 1. ed. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1996.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. Trad. de Lean Institute Brasil. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

LIKER, J. K; MEIER, D. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 432 p.

LUCENA, R. L. **A padronização de processos operacionais como instrumento para a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito: estudo de caso na indústria têxtil**, XXVI ENEGEP, Fortaleza, CE, 2006

MARKSBERRY, P; RAMMOHAN, R; VU, D. **A systems study on standardized**

work: a Toyota Perspective. *International Journal of Productivity and Quality Management*, v. 7, n. 3, 2011.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: an integrated approach to just in time.** 3. ed. Norcross: *Engineering and Pressure*, 1998.

MOURA, E. **Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle (APQP)**, 2 ed, Panambi, RS, 2008

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**, Bookman, Porto Alegre, 1997

PALADY, P. **FMEA Análise dos Modos de Falhas e Efeitos**, SP, 1997

PILUSKI, A. **FMEA Failure modes and effects analysis**, Qualimaster, Curitiba, 2015

RIANE, A.M. **Estudo De Caso: O Lean Manufacturing Aplicado Na Becton Dickinson**, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2006

ROMEIRO FILHO, E. et al **Projeto do Produto**, Rio de Janeiro, 2010

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: *Bookman*, 1996-2002

SILVEIRA, C. G. **FMEA Análise de modo e efeitos de falhas potenciais.** 4. ed. Porto Alegre: *Metroquality*, 2014

SPEAR, S; BOWEN, H. K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**, *Harvard Business Review*, Boston, v 77, n. 8, 1999

TAYLOR W. C., **Control in Age of Chaos**, *Harvard Business Review*, V. 72, n. 6, march/april 1994

TEIXEIRA, P.C. et al, **Padronização e melhoria de processos produtivos em empresas de panificação: estudo de múltiplos casos**, *Production*, SP, 2014

VIEIRA, G.B. et al **Gerenciamento da Produção: Padronização de Processos em Abatedouro de Aves**, ENEGEP, Fortaleza, CE, 2015

VILELA, R.M. **Kaizen para a implementação da montagem padronizada na indústria automobilística**, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2007

WANZELER, M.S. et al **Padronização de Processos em uma Empresa do Setor Moveleiro: Um Estudo de Caso**, ENGEP, São Paulo, 2010

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**, 5.ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda, 1992

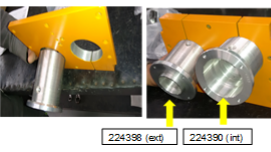


APÊNDICE A – ESTRUTURA GR. REBOLO PULSAR INTERNO





224379 GR. REBOLO PULSAR INTERNO				
Nº item	Texto breve objeto	Unidade	Qtd.	Fornecedor
1	SUPORTE ANEL ABRASIVO TELLURIUM	PÇ	1	USINADO
2	ANEL ABRASIVO "JANUS" B107 W75 R57	PÇ	1	COMERCIAL
3	PORCA TRAVA ROLAMENTO	PÇ	1	USINADO
4	ROLAMENTO 61902 2RZ	PÇ	2	COMERCIAL
5	ANEL ELASTICO FURO Ø65 DIN472	PÇ	1	COMERCIAL
6	TAMPA PORTA RETENTOR	PÇ	1	USINADO
7	PINO GUIA	PÇ	1	USINADO
8	CAMISA DO RETENTOR	PÇ	1	USINADO
9	ANEL LRC 4143/35	PÇ	1	COMERCIAL
10	ANEL ORING 4143 EM VITON	PÇ	1	COMERCIAL
11	BUCHA MB 35X30 DU	PÇ	1	COMERCIAL
12	PARAF M5X16 CIL INOX DIN912	PÇ	4	COMERCIAL
13	ANEL RASPADOR PU 7 35/45/10	PÇ	2	COMERCIAL
14	TAMPA POSTERIOR REBOLO INTERNO	PÇ	1	USINADO
15	MACANETA	PÇ	1	USINADO
16	PARAF M4X16 CIL INOX DIN912	PÇ	2	COMERCIAL
17	DISTANCIADOR 28/25 L50	PÇ	1	USINADO
18	EIXO PORTA REBOLO	PÇ	1	USINADO
19	ANEL ORING 2010	PÇ	1	COMERCIAL
20	CILINDRO PORTA REBOLO INTERNO	PÇ	1	USINADO
21	ANEL ORING 6150 EM VITON	PÇ	1	COMERCIAL
22	ANEL LRP 6150/50	PÇ	1	COMERCIAL
23	EIXO PORTA MOLA REBOLO INTERNO	PÇ	1	USINADO
24	BUCHA MB 60X20 DU	PÇ	1	COMERCIAL
25	MOLA DE COMPRESSAO POS.55	PÇ	5	COMERCIAL
26	DISTANCIADOR 18/15 L50	PÇ	1	USINADO
27	PARAF M5X20 CIL INOX DIN912	PÇ	3	COMERCIAL
28	PARAF M5X10 CHT ZINC TRIV 10.9 DIN7991	PÇ	3	COMERCIAL
29	ANEL ORING 3218	PÇ	2	COMERCIAL

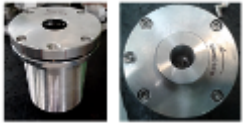



APÊNDICE B – ESTRUTURA GR. REBOLO PULSAR EXTERNO

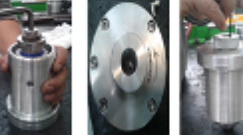
224381 GR. REBOLO PULSAR EXTERNO				
Nº item	Texto breve objeto	Unidade	Qtd.	Fornecedor
1	SUPORTE ANEL ABRASIVO TELLURIUM	PÇ	1	USINADO
2	ANEL ABRASIVO "JANUS" B107 W75 R57	PÇ	1	COMERCIAL
3	PORCA TRAVA ROLAMENTO	PÇ	1	USINADO
4	ROLAMENTO 61902 2RZ	PÇ	2	COMERCIAL
5	TAMPA PORTA RETENTOR	PÇ	1	USINADO
6	PINO GUIA	PÇ	1	USINADO
7	CAMISA DO RETENTOR	PÇ	1	USINADO
8	ANEL LRC 4143/35	PÇ	1	COMERCIAL
9	ANEL ORING 4143 EM VITON	PÇ	1	COMERCIAL
10	BUCHA MB 35X30 DU	PÇ	1	COMERCIAL
11	PARAF M5X16 CIL INOX DIN912	PÇ	4	COMERCIAL
12	ANEL RASPADOR PU 7 35/45/10	PÇ	2	COMERCIAL
13	TAMPA POSTERIOR REBOLO	PÇ	1	USINADO
14	MACANETA	PÇ	1	USINADO
15	PARAF M4X16 CIL INOX DIN912	PÇ	2	COMERCIAL
16	DISTANCIADOR 28/25 L50	PÇ	1	USINADO
17	EIXO PORTA REBOLO	PÇ	1	USINADO
18	ANEL ORING 2010	PÇ	1	COMERCIAL
19	CILINDRO PORTA REBOLO	PÇ	1	USINADO
20	ANEL ORING 6150 EM VITON	PÇ	1	COMERCIAL
21	ANEL LRP 6150/50	PÇ	1	COMERCIAL
22	EIXO PORTA MOLA REBOLO	PÇ	1	USINADO
23	BUCHA MB 60X20 DU	PÇ	1	COMERCIAL
24	MOLA DE COMPRESSAO POS.55	PÇ	5	COMERCIAL
25	DISTANCIADOR 18/15 L50	PÇ	1	USINADO
26	PARAF M5X20 CIL INOX DIN912	PÇ	3	COMERCIAL
27	PARAF M5X10 CHT ZINC TRIV 10.9 DIN7991	PÇ	3	COMERCIAL
28	ANEL ORING 3218	PÇ	2	COMERCIAL


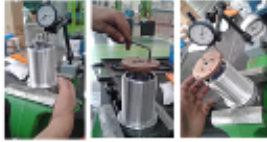
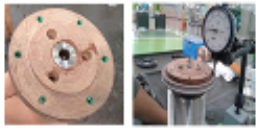

APÊNDICE C – PLANO DE PROCESSO

FOLHA DE ELEMENTOS	Grupo		Folha Nº	CÓDIGO DOC
	224381 GR. REBOLO PULSAR EXTERNO 224379 GR. REBOLO PULSAR INTERNO		1	XXXXX
	Descrição (O que?)	Ponto Chave (Como?)	Motivo (Por que?)	
	Testar montagem dos cilindros 224398 (ext) e 224390(int) na Placa Mãe 394735 nas duas posições, frente e verso	Montagem manual em ângulo a fim de checar se a rosca está dando montagem da peça na contra peça	É importante que seja identificada a posição de montagem dos cilindros interno e externo para não ocorrer falha na montagem.	
	Montar anel o'ring 20505901 - 2 unidades em cada cilindro	Montagem manual	Para evitar vazamentos	
	Verificar montagem da camisa e bucha se estão montando sem interferência. Montar camisa do retentor 224385, bucha DU 21171696 e bucha DU 21171633 nos cilindros	Utilizar martelo de nylon e dispositivo. Montagem precisa ser sem interferência e bucha deve estar bem no final. Utilizar vasilina se necessário para auxiliar na montagem	As buchas e camisa devem estar montando sem interferência de forma que o conjunto possa efetuar o movimento de "pulsar" com êxito.	

FOLHA DE ELEMENTOS	Grupo		Folha Nº	CÓDIGO DOC
	224381 GR. REBOLO PULSAR EXTERNO 224379 GR. REBOLO PULSAR INTERNO		2	XXXXX
	Descrição (O que?)	Ponto Chave (Como?)	Motivo (Por que?)	
	Utilizar eixo porta mola 224393 (int) e 224399(ext) para aliviar as tenções das buchas 21171696 e 21171633	Com martelo de nylon	As tensões precisam ser aliviadas para que a montagem ocorra sem interferência	
	Montar camisa com cola, tirando seu excesso, e centralizar furações.	Cola BR55457 LOCTITE ROL. BUCHA 638 50ML - fixação de peças cilíndricas.	A camisa deve ficar fixa para dar estrutura aos demais componentes e com as furações alinhadas para a montagem do pino guia.	
	Testar rosca do do pino guia 223875	Chave allen	Caso a rosca não estiver dando montagem esta deve ser ajustada.	
	Montar anel LRC 20512828 e o'ring 20512089 na camisa 224385	Montagem manual	Para evitar vazamentos	
	Montar anel raspador PU 20512925 na parte inferior dos cilindros e na tampa porta retentor 224384.	Utilizar dispositivo com alojamento somente na parte metálica e martelo de nylon.	A parte em PU não pode ser danificada na montagem. O anel raspador evita impregnação de impurezas no sistema.	

FOLHA DE ELEMENTOS	Grupo		Folha N°	CÓDIGO DOC
	224381 GR. REBOLO PULSAR EXTERNO 224379 GR. REBOLO PULSAR INTERNO		3	XXXXX
	Descrição (O que?)	Ponto Chave (Como?)	Motivo (Por que?)	
	Ajustar tampas 394948(ext.) e 394947(int.) para montagem. Estas devem estar identificadas conforme cores indicadas nos desenhos.	Ajustes feitos no torno e montagem manual	Devido a dilatação do material com a montagem do anel raspador é necessário alargar a furação central para montagem da tampa.	
	Testar porca trava rolamento 223872 com rosqueador D075556 no eixo porta mola 224393 (int) e 224399(ext).	Montagem manual	A porca trava precisa estar montando no rosqueador pois este serve para assegurar que a porca trava gire junto com o conjunto.	
	Ajustar eixo porta rebolo 224389 para rolamento entrar deslizante. Montar a porca com o rebaixo para cima. Montar distanciadores no eixo porta rebolo.	Ajustes feitos no torno	O eixo não pode ter interferência com o rolamento evitando seu mal funcionamento. A capa do rolamento é retirada para aliviar suas tenções.	
	Montar anel LRC e anel o'ring 20512058 no eixo porta mola. Testar se rolamento encosta do final do acento interno destes eixos.	Montagem manual	Para evitar vazamentos	

FOLHA DE ELEMENTOS	Grupo		Folha N°	CÓDIGO DOC
	224381 GR. REBOLO PULSAR EXTERNO 224379 GR. REBOLO PULSAR INTERNO		4	XXXXX
	Descrição (O que?)	Ponto Chave (Como?)	Motivo (Por que?)	
	Passar vasilina nos anéis elásticos	Com pincél	Para facilitar a montagem	
	Montar eixo porta mola e montar pino guia 223875	Chave allen e montagem manual	Alinhar conjunto e travar eixo porta mola	
	Montar 4 molas 23461679, anel raspador PU 20512925 no conjunto e anel elástico 20322052 no cilindro 224390 (Interno)	Montagem manual e alicate	Não é utilizado uma das molas para eliminar excesso de tenção. O anel elástico é utilizado para segurar o conjunto de molas.	
	Colocar vasilina no anel o'ring 20505318 na furação indicada; parafusar tampa; passar cola na porca trava 223872 e apertar	Montagem manual - Cola BR55458 LOCTITE PARAF. PORCA 242 50ML	Para evitar vazamentos	
	Montar rosqueador no conjunto eixo porta mola de forma a travar a porca no alojamento; Apertar parafusos e limpar todas as roscas.	Chave allen e montagem manual	Rosqueador serve para assegurar que a porca trava gire junto com o conjunto.	

FOLHA DE ELEMENTOS	Grupo	Folha Nº	CÓDIGO DOC
	224381 GR. REBOLO PULSAR EXTERNO 224379 GR. REBOLO PULSAR INTERNO	5	XXXXX
	Descrição (O que?)	Ponto Chave (Como?)	Motivo (Por que?)
	Testar cilindro para verificar se o conjunto está pulsando;	Ar pressurizado	Conjunto não pode ter interferências em sua montagem para afetar com êxito sua função pulsar.
	Passar relógio comparador no suporte rebolo (aceitável 0,02); e no suporte rebolo montado (aceitável 0,06); trocar de lado o rebolo caso esteja variando.	Relógio comparador	A tolerância determinada aceitável é necessária para não haver irregularidades nas facas que serão afiadas por esses conjuntos
	Ajustar insertos roscados para não haver rebarba ; fixar rebolo no suporte anel abrasivo e montar no conjunto; apertar parafusos de forma uniforme;	Macho e análise visual	Insertos roscados não podem ter rebarbas para melhor fixar o rebolo; Se o rebolo estiver com defeitos não será alcançada a tolerância exigida na montagem.
	Colocar plástico bolha no rebolo e roscas da camisa; colocar fita crepe no orifício de entrada de ar.	Manualmente	Evitar bater rebolo ou danificar roscas e evitar entrada de sujeira nos orifícios do conjunto.
CÓPIA CONTROLADA NA REDE			
Elaborado por:	Revisado/Aprovado por:	Data:	Revisão:
Cristiane Ceratti Nunes	xxxx	xxxx	0

APÊNDICE D – PFMEA GRUPO REBOLO PULSAR

EMPRESA:		PFMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha de Processo				Data: 23/01/2017				
Local: Joinville		Setor: Montagem		Sistema:		Equipamento:				
Função do componente		Possíveis Falhas		Controle Atual		Ações Preventivas				
		Modo(s)	Efeito(s)	Causa(s)	índices		Recomendada			
					S	O	D	Adotada		
					S O D			NPR		
Processo	Montar os cilindros 224398 (ext) e 224390 (int) na Placa Mãe 394735 nas duas posições, frente e verso.	Montagem incorreta, posição invertida	Falha na montagem	Não há identificação orientando a correta montagem dos cilindros.	Não há	4	6	6	144	Fazer identificação nas tampas conforme indicado nos desenhos 394948 (ext) e 394947 (int)
	Montar 2 anéis O'ring 20505901 em cada cilindro	Anel montado fora de posição	Vazamentos	Montagem manual, sem ferramenta padronizada.	Visual	6	10	7	420	Descrever no Trabalho padronizado montagem e verificação
	Montar Camisa do Retenbr 224385, Bucha DU 21171696 e Bucha DU 21171633 nos cilindros	Montagem com interferência excessiva	Impossibilita o movimento correto de pulsar do conjunto	Dimensional do corpo cilindro fora de especificação	Teste de montagem	7	10	2	140	Utilizar maneto de Nylon e dispositivo para montagem e revisar processo de fabricação dos componentes
	Utilizar eixo porta mola 224393 (int) e 224399 (ext) para aliviar astensões das buchas 21171696 e 21171633	Montagem incompleta da camisa na bucha	Vazamentos	Montagem com interferência excessiva	Visual	6	10	7	420	
		Buchas com tensões	Interferência na montagem final	Não realizar as batidas ao entorno das buchas com macete de Nylon	Teste de montagem	7	10	2	140	

EMPRESA:		PFMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha de Processo					folha		Data: 23/01/2017	
Local: Joinville		Setor: Montagem		Sistema:		2		Equipamento:		
Montar camisa do Retentor 224385, utilizando cola BR55457 LOCTITE ROL. BUCHA 638 50ML	Camisa solta no retentor	Alinhamento incorreto das furações de montagem	Não utilizar a cola BR55457 LOCTITE ROL. BUCHA 638 50ML para a fixação da camisa	Teste de montagem manual	7	2	2	28		
	Alinhamento incorreto das furações de montagem do pino guia	Pino guia 223875 não monta	Desencontro entre as furações roscadas da camisa e bucha	Teste com chave allen	7	2	2	28		
Montar anel LRC 20512828 e O'ring 20512089 na camisa 224385 para vedação	Montar a camisa 224385 invertida no cilindro	Vazamentos	Falha operacional	Visual	7	6	7	294		
Montar anel raspador PU 20512925 na parte inferior dos cilindros e na tampa porta retentor 224384 para evitar impregnação de impurezas no sistema	Anel raspador com o corpo em PU danificado	Desempenho prejudicado, não evitará a impregnação de impurezas	Batida com macete de material duro (metal)	Visual	7	2	7	98		
Montar tampas 394948 (ext) 394947 (int) nos cilindros	Tampas não montam nos cilindros	Falha na montagem	Dilatação do material do cilindro devido a montagem do anel raspador	Teste de montagem manual	8	10	2	160		
Montagem Cilindros										

EMPRESA:		PFMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha de Processo				folha		Data: 23/01/2017	
Local: Joinville		Setor: Montagem		Sistema:		3		Equipamento:	
Testar porca trava rolamento 223872 com rosqueador D075556 no eixo porta mola 224393 (int) e 224399 (ext)		Porca trava não monta no rosqueador		Porca trava não gira junto ao conjunto		Falha na montagem		Teste de montagem manual	
						6 2 2 24			
Montar eixo porta rebolo 224389 no rolamento 20980707		Interferência excessiva na montagem		Mal funcionamento do sistema, retrabalho		Dimensional do eixo retificado fora do ideal para a montagem		Teste de montagem manual	
						8 10 2 160			
Montar distanciadores 224391 e 224388 no eixo porta rebolo		Interferência excessiva na montagem		Mal funcionamento do sistema, retrabalho		Dimensional do eixo retificado fora do ideal para a montagem		Teste de montagem manual	
						8 10 2 160			
Montar anel LRC 20512428 e anel O'ring 20512058 no eixo porta mola 224393 (int) e 224399 (ext). Rolamento deve ir até o final do eixo		Rolamento não monta no eixo retificado		Mal funcionamento do sistema, retrabalho		Dimensional do eixo retificado fora do ideal para a montagem		Teste de montagem manual	
						8 10 2 160			
Lubrificar anéis elásticos com vaselina		Falta de vaselina nos anéis elásticos		Dificuldade de montagem do eixo		Falha operacional		Visual	
						6 2 7 84			

Montagem Cilindros

EMPRESA:		PFMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha de Processo				folha		Data: 23/01/2017	
Local: Joinville		Setor: Montagem		Sistema:		4		Equipamento:	
Fixar eixo e camisa com pino guia 223875	impossibilidade de fixar pino guia 223875	Conjunto solto	Desencontro entre as furações do conjunto	Teste de montagem manual	6	2	2	24	
Montar 5 molas 23461679, anel raspador PU 20512925 no conjunto e anel elástico 20322052 no cilindro 224390 (interno)	Excesso de tensão no anel elástico	Dificuldade de montagem do anel raspador	Falha no projeto que solicita 5 molas, gerando maior tensão no sistema	Visual	7	10	7	490	Alterar o projeto para montagem de apenas 4 molas, assim reduzindo a tensão entre as partes
Lubrificar anel O'ring 20505318 para facilitar montagem do sistema	Dificuldade de montagem do sistema	Sistema travado, não executa o movimento	Falta de lubrificação com vaselina	Visual	7	2	7	98	
Parafusar tampa e passar cola BR55458 LOCTITE PARAF. PORCA 242 50 ML na porca trava 223872 para apertar conjunto	Tampa não trava no sistema	Vazamentos	Falta de cola na tampa	Visual	6	4	7	168	
Montar rosqueador no conjunto eixo porta mola para travar a porca trava no alojamento	Porca trava não aperta alojamento do conjunto	Porca trava não gira junto ao conjunto	Falha no torque da porca trava	Teste Manual	6	2	6	72	
Montar maçanetas 394949 (int.) e 394950 (ext.)	Maçanetas não montam no eixo	Falha na montagem do sistema	Dimensional das maçanetas retificadas fora do ideal para a montagem	Teste Manual	7	10	7	490	Revisar projeto

Montagem Cilindros