

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Evento Kaizen como método para implantação da
Manufatura Enxuta**

Marcel Gregolis Matheus

TCC-EP-67-2012

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Evento Kaizen como método para implantação da
Manufatura Enxuta**

Marcel Gregolis Matheus

TCC-EP-67-2012

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof.^(a) Msc. Daiane Maria De Genaro Chirolí

**Maringá - Paraná
2012**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,
Vicente Miranda Matheus e Mariluce Gregolis,
à minha orientadora, Daiane Maria de Geranaro Chirulli,
que me apoiou e me incentivou em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, aos meus pais, pelos quais tenho muita admiração, que sempre me apoiaram e me proporcionaram a oportunidade de vir para Maringá, onde obtive grande crescimento, tanto pessoal, quanto profissional.

À minha irmã, Maysa Gregolis Matheus, que sempre me aconselhou e esteve ao meu lado.

À minha orientadora, que sempre me apoiou como, professora, orientadora de estágio e de trabalho de conclusão de curso, mas principalmente, pela sua amizade.

Aos meus amigos, Guilherme Salsman, Flávio Squecola, Luiz Ricardo de Paula, Rafael Barbosa, Renan Moreno, Rodrigo Veschi, Vinicius Campos, Evelyse Cabrera, Rúbia Alves e Jacqueline Nardotto pelos diversos momentos de risadas, de estudo, de companheirismo, pela verdadeira amizade.

Aos bons professores, pela dedicação na formação dos futuros profissionais.

À todos, que tive a oportunidade de conviver e trabalhar, na Dinâmica Empresa Júnior de Engenharia de Produção e nos dois estágios que realizei, que contribuíram demais para a minha formação.

À alguns de meus calouros, os quais nunca irei esquecer.

RESUMO

Na busca pelo aumento da lucratividade, as empresas visam reduzir seus custos, por meio de melhorias no processo de fabricação, que reduzem os desperdícios e proporcionam maior produtividade e flexibilidade. A partir do surgimento do Sistema Toyota de Produção (STP), tiveram início os estudos para eliminação dos desperdícios, conhecido também como manufatura enxuta, onde foram desenvolvidas ferramentas que levam a tal objetivo. Baseando-se principalmente no fluxo contínuo, um conjunto de princípios que proporciona a redução dos estoques e tempo de processamento, e na autonomia, que por meio da automatização, consiste em liberar o funcionário do equipamento, resultando no melhor aproveitamento da mão-de-obra, foi realizada uma pesquisa-ação com abordagem qualitativa de natureza aplicada em relação ao método *Kaizen*, numa célula de produção de usinagem. O *Kaizen*, ou melhoria contínua, é uma ferramenta que possibilita a inserção da manufatura enxuta, pela utilização de uma equipe multifuncional, com o objetivo de obter resultados rápidos. Após a coleta dos dados referentes ao estado atual da célula, avaliação destes, proposta de melhorias e aplicação destas, foram realizadas considerações referentes aos benefícios trazidos, como aumento de produtividade, atendimento das necessidades do setor subsequente, neste caso, a montagem de cabeçotes, e maior bem estar ao operador.

Palavras-chave: *Desperdícios. Manufatura Enxuta. Fluxo Contínuo. Autonomia. Kaizen*

SUMÁRIO

1 Sumário

1 SUMÁRIO.....	VI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 O SURGIMENTO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP).....	4
2.2 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	5
2.3 OS DESPERDÍCIOS.....	6
2.4 FERRAMENTAS DO SISTEMA ENXUTO DE PRODUÇÃO	8
2.4.1 <i>Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)</i>	8
2.4.2 <i>Fluxo Contínuo</i>	10
2.4.3 <i>5 Sensos – 5S</i>	13
2.4.4 <i>Cinco Por Quês</i>	14
2.4.5 <i>5WIH</i>	14
2.4.6 <i>Kanban</i>	14
2.5 KAIZEN.....	15
3 DESENVOLVIMENTO.....	17
3.1 METODOLOGIA.....	17
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	18
3.2.1 <i>Mix de Produto</i>	22
3.2.2 <i>Processo Produtivo</i>	22
3.2.3 <i>Fluxo do processo</i>	23
3.2.4 <i>Demanda do Estudo</i>	24
3.3 KAIZEN.....	24
3.3.1 <i>Formação da Equipe Multifuncional e Treinamento</i>	24
3.3.2 <i>Definição dos Objetivos</i>	25
3.3.3 <i>Medição</i>	26
3.3.4 <i>Análise do Processo Atual</i>	32
3.3.5 <i>Levantamento de Oportunidades</i>	32
3.3.6 <i>Plano de Ação</i>	33
3.3.7 <i>Resultados</i>	38
4 CONCLUSÃO	44
4.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA	44
4.2 LIMITAÇÕES	45
4.3 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE	47
APÊNDICE 1 – TOMADA DE TEMPOS E CAPACIDADE INICIAL.....	47
APÊNDICE 1 – TOMADA DE TEMPOS E CAPACIDADE INICIAL - CONTINUAÇÃO	48
APÊNDICE 2 – CONTROLE HORÁRIO DE PRODUÇÃO E PARADA DE MÁQUINAS.....	49
APÊNDICE 3 – TOMADA DE TEMPOS E CAPACIDADE FINAL.....	50
APÊNDICE 3 – TOMADA DE TEMPOS E CAPACIDADE FINAL - CONTINUAÇÃO	51

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CASA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	5
FIGURA 2 - MAPA DO FLUXO DE VALOR DA SITUAÇÃO ATUAL.....	9
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA.....	18
FIGURA 4 - ORGANOGRAMA DA EMPRESA.....	21
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO	23
FIGURA 6 - LAYOUT ATUAL	29
FIGURA 7 - FLUXO PRODUTIVO ATUAL	30
FIGURA 8 - LAYOUT PLANEJADO E IMPLEMENTADO.....	40
FIGURA 9 - FLUXO PRODUTIVO PLANEJADO E IMPLEMENTADO	41

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - 11 QUESTÕES DO FLUXO CONTÍNUO	10
QUADRO 2 - SIGNIFICADO 5S	13
QUADRO 3 - FUNÇÕES E REGRAS DO KANBAN	15
QUADRO 4 - LEVANTAMENTO DE OPORTUNIDADES	33
QUADRO 5 - PLANO DE AÇÃO.....	34
QUADRO 6 - LEVANTAMENTO DE DISPOSITIVOS	35
QUADRO 7 - LEVANTAMENTO DE AÇÕES - 5S	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DADOS DA DINÂMICA EM GRUPO	25
TABELA 2 - FLUXO DAS OPERAÇÕES INICIAL	28
TABELA 3 - EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO	31
TABELA 4 - FLUXO DE OPERAÇÕES FINAL.....	39
TABELA 5 - COMPARAÇÃO - COLETA DOS TEMPOS	42

1. Introdução

Relacionado diretamente à principal função das organizações, de obter o lucro e aumentar sua competitividade, as empresas procuram atender as necessidades dos clientes, investindo na qualidade dos produtos e serviços, para que se mantenham no mercado e conquistem ainda mais clientes.

Na busca desta vantagem competitiva existem diversas metodologias utilizadas pelas empresas, muitas delas se baseiam no Sistema Toyota de Produção (STP), mais conhecido como Sistema de Produção Enxuta, elaborado no Japão após a Segunda Guerra Mundial, que possui como característica fundamental o aumento da eficiência da produção por meio da eliminação de desperdícios, excluindo atividades que não agregam valor ao produto para o cliente.

Nesta exclusão, o objetivo da produção enxuta é a eliminação dos desperdícios na cadeia produtiva, tais como: superprodução, tempo de espera de pessoas e equipamentos, transporte excessivo de materiais, movimentação excessiva de pessoas, processos não conformes, refugo e retrabalho (WOMACK e JONES, 1998).

A fim de conseguir alcançar os objetivos propostos pelo STP, utiliza-se o *Kaizen*, que é uma ferramenta para melhoria contínua dos processos de fabricação a partir de esforços contínuos, por parte de todo o corpo de funcionários da empresa (IMAI, 2005).

Com isso o *Kaizen* auxilia na implantação da produção enxuta e é neste contexto que o presente trabalho irá se basear, ou seja, objetiva-se propor a implantação numa célula de produção do setor de usinagem do ramo metal mecânico em uma empresa situada em Maringá-PR.

Com a aplicação dos conceitos da manufatura enxuta, busca-se reduzir os custos utilizando a menor quantidade de recursos, pois assim é possível aumentar não apenas o lucro, mas também a qualidade dos produtos, tanto para os clientes internos quanto para os clientes externos, sem que os custos adicionados por essa melhor qualidade sejam repassados.

Os diversos fatores apresentados são de suma importância para o cenário desta organização, que apresenta planejamento de expansão e domínio de mercados onde sua logomarca ainda não esta presente.

1.1 Justificativa

O estudo de caso justifica-se por sua contribuição quanto à melhoria do processo de fabricação da empresa concedente, uma vez que esta possui processos de clientes internos que não são atendidos conforme a demanda dos clientes externos, o que gera atraso na entrega e redução de produtividade. Para este caso, a melhoria do processo é aplicada na célula de tampas e cubos, pertencente ao setor de usinagem, pois tem representação significativa para o não atendimento à montagem de cabeçotes e consequentemente montagem final de compressores.

O tema de abordagem apresenta-se como fator determinante à sobrevivência de diversas organizações, pois a eliminação de desperdícios acarreta num aumento de produtividade e consequentemente maior lucratividade para as organizações.

1.2 Definição e delimitação do problema

Devido ao rápido crescimento da empresa, esta apresenta necessidades em relação à quantidade e qualidade dos produtos, devido ao aumento na demanda e ocorrência de problemas de produtos não conformes. O estudo consiste em analisar o cenário da empresa e pela utilização de conceitos da filosofia enxuta de produção, propor melhorias para um processo de usinagem de peças de uma célula, às quais são utilizadas na montagem dos cabeçotes, parte integrante na fabricação de compressores de alta, média e baixa pressão. A empresa em questão situa-se na cidade de Maringá-PR e destina seus produtos a território nacional e exportação.

O trabalho delimita-se temporalmente no período de fevereiro a outubro de 2012, definido pela Universidade Estadual de Maringá para conclusão da disciplina Trabalho de Conclusão do curso de Engenharia de Produção.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo aplicar a metodologia *Kaizen* no setor de usinagem, utilizando preceitos da produção enxuta.

1.3.2 Objetivos específicos

De forma a atender o objetivo geral, os objetivos específicos são apresentados:

- Pesquisar o conceito de Produção Enxuta e as ferramentas que o viabilizam nos sistemas de produção
- Monitorar a dinâmica da célula de produção de tampas e cubos para identificar as ferramentas que podem ser utilizadas
- Realizar coleta de dados
- Analisar os dados obtidos e propor um plano de ação com as possíveis melhorias
- Implementar melhorias propostas

1.4 Estrutura do Trabalho

No capítulo 1, foram apresentadas a justificativa do trabalho, a definição e a delimitação do problema, o objetivo geral e os específicos e a estrutura do trabalho. Neste módulo foi introduzido o assunto do trabalho, assim como os objetivos deste.

No capítulo 2, apresenta-se a revisão bibliográfica, onde foram expostos os pontos de vista de autores renomados que já discorreram sobre o tema.

No capítulo 3, descreve-se o desenvolvimento do trabalho, utilizando o método *Kaizen* e o embasamento teórico da manufatura enxuta, são mostradas as condições atuais e de futuro para a célula produtiva.

No capítulo 4, estão expostas a conclusão do trabalho e as dificuldades em sua realização.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta etapa compreende a revisão de literatura, a qual serve de embasamento teórico para o desenvolvimento do trabalho, com conceitos de alguns autores que já discorreram sobre o tema. Serão apresentados os conceitos do Sistema Toyota de Produção, da metodologia *Kaizen* e as principais ferramentas utilizadas pelo método.

2.1 O surgimento do Sistema Toyota de Produção (STP)

Devido à guerra, o Japão não possuía poder aquisitivo, pois as fábricas e plataformas de abastecimento haviam sido destruídas, o país estava em ruínas e sem recursos (LIKER, 2005).

Segundo Womack *et al.*, (1992) o Sistema Toyota de Produção nasceu no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, idealizado por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, nesta época voltado para a produção de automóveis na *Toyota Motor Company*.

A baixa demanda necessitava de maior variedade de produtos na Toyota, havia a necessidade de flexibilizar o sistema, ou seja, produzir produtos diferentes na mesma linha para atender as necessidades de mercado (WOMACK, 1992).

Eiji Toyoda tinha em sua empresa Taiichi Ohno (1912-1990) como administrador, o qual foi incumbido da responsabilidade de aperfeiçoar o processo de produção da Toyota, de modo a flexibilizar a produção, baixar os custos e obter menor *lead time*. Buscava-se obter maior qualidade com a mesma produtividade da Ford (LIKER, 2005).

A manufatura enxuta abrangeu toda a cadeia produtiva, pois a Toyota forneceu os conhecimentos sobre o STP a seus fornecedores, que passaram a aplicar as técnicas, formando uma cadeia produtiva enxuta (LIKER, 2005). A partir de 1984, foi formado pelos EUA um grupo de pesquisadores integrantes do Programa Nacional de Veículos Automotores (IMVP - *Massachusetts Institute of Technology*) de diversas nacionalidades, para estudar o sistema de produção. O estudo resultou na publicação do livro *The Machine that Changed the World* (1990), a partir de então, o conhecimento das técnicas da manufatura enxuta foi difundido pela América do Norte e Europa Ocidental e mais tarde com a tradução do livro, pelo Brasil também (WOMACK *et al.*, 1992).

2.2 O Sistema Toyota de Produção

O sistema Toyota de Produção traz à empresa a vantagens que permitem responder de forma rápida à variação do mercado através da flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação (SHINGO, 1996).

Womack *et al.*, (1992) destacam que a Produção Enxuta é caracterizada por buscar a perfeição, apresentar características como mão-de-obra multifuncional, máquinas altamente flexíveis e automatizadas e alto volume de produção, com custos menores, ausência de estoque e produtos defeituosos, assim como a diversidade de novos produtos.

Ohno (1997) estipula que o lucro é obtido pela redução de custos, uma vez que o preço de venda é formado pela adição do lucro e do custo. Em busca da eliminação de desperdícios e redução dos custos, proporcionando produtos de alta qualidade, segue uma série de ferramentas representadas pela “Casa do Sistema Toyota de Produção”, apresentado na Figura 1.

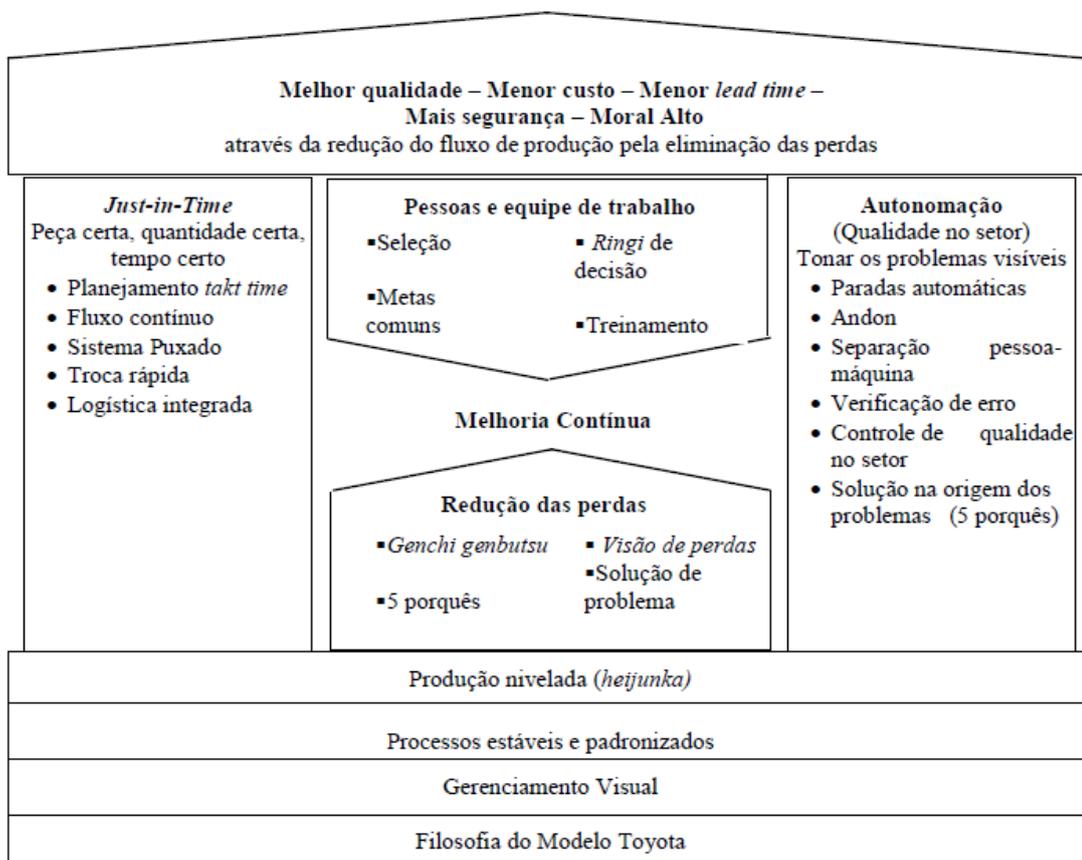


Figura 1 - Casa do Sistema Toyota de Produção
Fonte: Liker (2005)

Na representação do STP, pode-se observar que a base é representada pelo Gerenciamento Visual, Processos Estáveis e Padronizados e a Produção Nivelada, a qual ostenta dois pilares representados pelo *Just-in-Time* ao lado esquerdo e pela Autonomia ao lado direito, que visam sustentar os objetivos propostos pelo sistema, como a qualidade, a redução do custo, maior segurança e moral.

O Gerenciamento Visual utiliza-se do *andon*, dispositivo luminoso ou sonoro, que visa alertar os operadores da ocorrência de defeitos (LIKER, 2005). A prática de tornar visível e organizado é aplicada às máquinas, ferramentas de trabalho, mercadorias, inventários, procedimentos de trabalho e assim por diante (OHNO, 1997).

Os Processos Estáveis e Padronizados são aqueles que apresentam apenas variações inerentes ao processo, portanto, é previsível e estável (COSTA *et.al.*, 2004). Os processos padronizados apresentam métodos que organizam a produção, simplificam o trabalho e evitam que os colaboradores efetuem movimentos desnecessários (LEIDENTZ, 2011).

O Nivelamento da Produção estabelece um fluxo de produção e suprimento constante deste, conforme a necessidade do cliente, trata-se da distribuição homogênea da produção durante a jornada de trabalho (OHNO, 1997).

A autonomia consiste em liberar as pessoas das máquinas, fazendo com que estas funcionem sozinhas e que acusem casos de situação anormal, fazendo com que não sejam produzidas peças defeituosas e reduzindo o número de funcionários necessários para operar tais máquinas, aumentando assim a eficiência de produção (OHNO, 1997).

O *Just-in-Time* compreende um conjunto de técnicas para que as partes corretas alcancem a montagem no tempo e na quantidade necessária (OHNO, 1997). É um conjunto de técnicas para produzir e entregar produtos de forma rápida para atender as necessidades dos clientes (LIKER, 2005).

2.3 Os Desperdícios

As perdas são definidas como “[...] desperdício que não é notado porque se tornou aceito como uma parte natural do trabalho diário (SHINGO, 1996), isto faz com que ocorra um

aumento de custo, por efetuar atividades e aumentar o uso de energia em procedimentos que não geram valor (OHNO, 1997).

Ohno (1997) afirma que a utilização dos conceitos apresentados pelos pilares *just-in-time* e autonomia, unidos à eliminação dos desperdícios, são as bases do sistema Toyota. Desse modo, os desperdícios foram classificados por Ohno em sete tipos (LIKER, 2005).

1. *Desperdício de Superprodução*: produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com custos de transporte devido ao estoque excessivo.
2. *Desperdício de Tempo Disponível (Espera)*: Funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processo, ferramenta, suprimento, peça, etc., ou que simplesmente não tem trabalho para fazer devido a uma falta de estoque, atrasos no processamento, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade.
3. *Desperdício de Transporte*: Movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos.
4. *Desperdício do Processamento*: Passos desnecessários para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessário e produzindo defeitos. Geram-se perdas quando se oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária.
5. *Desperdício de Estoque disponível (estoque)*: Excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando *lead-times* mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atraso. Além disso, o estoque extra oculta problemas, como desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto e longo tempo de *setup* (preparação).
6. *Desperdício de Movimento*: Qualquer movimento inútil que os funcionários têm que fazer durante o trabalho, tais como propugnar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc. Caminhar também é perda.

7. *Desperdício de Produzir Produtos Defeituosos*: Produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou re-trabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.

Na busca da eliminação dos desperdícios Ohno (1997) classifica o trabalho em dois tipos, o trabalho sem valor adicionado e o trabalho com valor adicionado. O trabalho sem valor adicionado é aquele necessário nas condições de trabalho, como caminhar, abrir caixas de mercadorias, atividades que podem passar por melhorias. O trabalho com valor adicionado é o que transforma o produto mudando suas características, como soldar, montar e etc.

2.4 Ferramentas do Sistema Enxuto de Produção

Neste tópico serão expostas apenas as ferramentas necessárias para cumprir os objetivos propostos no presente trabalho.

2.4.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

Rother e Shook (1998) afirmam que o fluxo de valor consiste em atividades que agregam ou não valor ao produto, fluxo que ocorre desde a matéria-prima até o consumidor final e o fluxo do projeto do produto, desde a concepção até o seu lançamento no mercado. No presente estudo será considerado apenas o fluxo de material e informações.

Para Nazareno (2001), o MFV é uma das ferramentas mais utilizadas nas aplicações da Produção Enxuta, pois considera o fluxo de valor como todas as atividades que o produto passa desde a obtenção de matéria-prima até a entrega ao cliente. A ferramenta foca particularmente na redução do *lead time*, ou seja, tempo de processamento da matéria.

Rother e Shook (1998) destacam como características do MFV:

1. Ajuda a visualizar mais do que os processos individuais. Pode-se enxergar o fluxo;
2. Ajuda a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor;
3. Fornece uma linguagem comum para tratar dos processos da manufatura;
4. Torna as decisões sobre o fluxo visíveis para que possam ser discutidas;
5. Junta conceitos e técnicas enxutas, o que ajuda evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente;

6. Serve de base para um plano de implementação;
7. Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
8. Apresenta maior utilidade que ferramentas quantitativas e diagramas de layout que produzem um conjunto de passos que não agregam valor, “lead time”, distância percorrida, quantidade de estoque, entre outros.

A seguir é apresentado na Figura 2 um mapeamento de fluxo de valor, onde pode-se observar o fluxo e o processamento dos materiais.

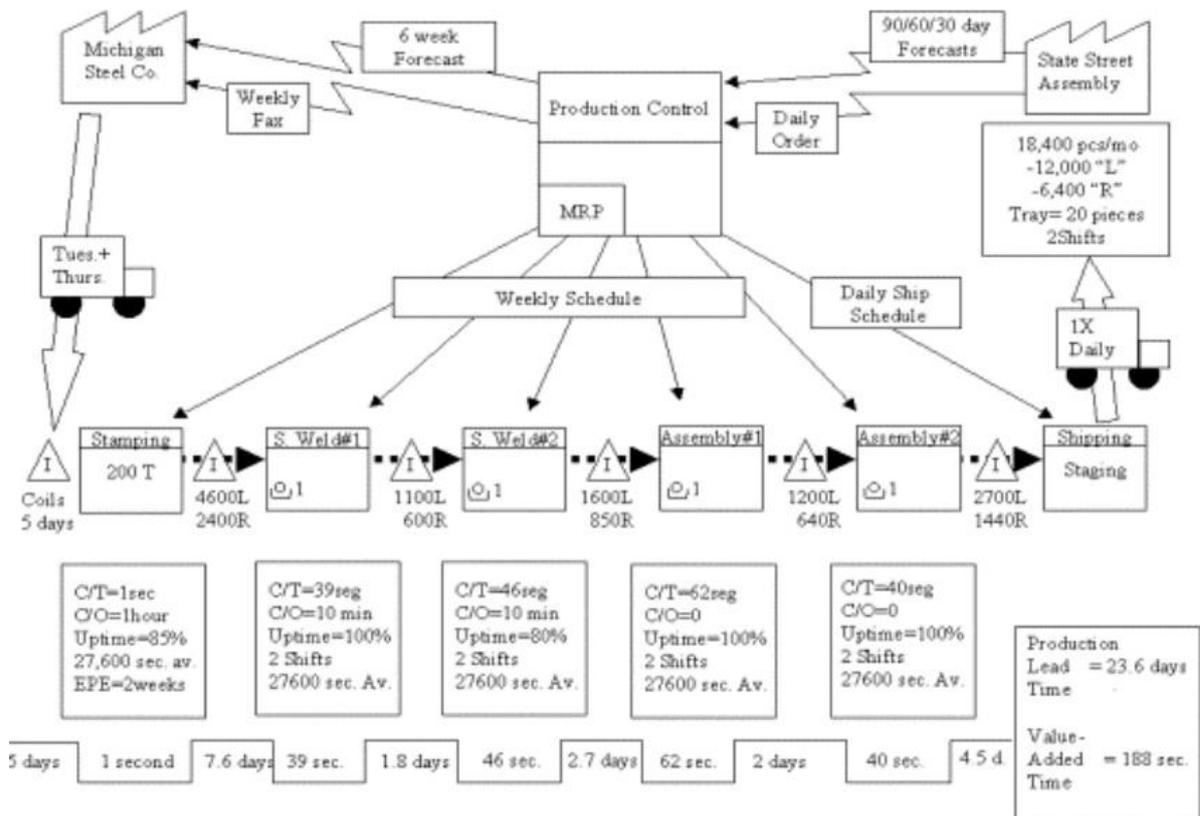


Figura 2 - Mapa do Fluxo de Valor da Situação Atual
 Fonte: Rother e Shook (1998)

Para a realização do mapeamento do fluxo de valor é necessário seguir alguns passos, segundo Rother e Shook (1998), inicialmente é necessário escolher um produto ou uma família de produtos, que são processados por equipamentos em comum. Logo após é necessário coletar dados no chão de fábrica para construir o mapa do estado atual, e assim começar a pensar no estado futuro. A partir deste mapa de situação atual é possível identificar

as fontes de desperdício e excluí-las ao implantar um fluxo de valor, determinando assim um mapa do estado futuro.

Após as análises e detecções dos desperdícios, são excluídas as atividades que não geram valor. Para atividades que possuem um potencial a ser melhorado, são utilizados projetos *kaizen* (FULLMAN, 2009).

2.4.2 Fluxo Contínuo

Rother e Harris (2002) descreveram em onze questões apresentadas no Quadro 1, os principais aspectos da manufatura enxuta conhecida após o fluxo contínuo.

Quadro 1 - 11 Questões do Fluxo Contínuo

1	Você escolheu os produtos finais adequados?
2	Qual é o <i>Takt-Time</i> ?
3	Quais são os elementos de trabalho necessários para fazer um item?
4	Qual é o tempo real necessário para cada elemento de trabalho?
5	O seu equipamento pode atender o <i>Takt-Time</i> ?
6	Qual o nível de automação?
7	Como organizar o processo físico para que uma pessoa possa fazer um item da maneira mais eficiente possível?
8	Quantos operadores são necessários para atender o <i>Takt-Time</i> ?
9	Como distribuir o trabalho entre os operadores?
10	Como você irá programar o processo puxador?
11	Como o processo puxador reagirá frente às mudanças na demanda dos clientes?

Fonte: adaptado de Rother e Harris (2002)

Como pode ser observado, estas onze questões possibilitam um melhor detalhamento e visão crítica sobre o fluxo contínuo. Desta forma, são detalhados cada um deles.

Referente à questão 1 é importante considerar os seguintes aspectos:

- Flexibilidade de Mix – a alta demanda necessita que diversas células produzam o mesmo produto.
- Variação do conteúdo total de trabalho – a quantidade de trabalho, entre diferentes produtos, processados na mesma célula, não deve variar mais que 30%.
- Similaridade das etapas do processo e dos equipamentos – produtos processados na mesma célula, que não apresentam a mesma sequência operacional, apresentam qualidade e produtividade menores.
- *Takt time* muito curto ou muito longo – é recomendado que o tempo ciclo não seja menor que dez segundos e maior que 120 segundos.
- Localização do cliente – a melhor localização é a que a célula apresenta-se mais próxima dos clientes.

Em relação à questão 2, pode-se considerar que o termo *Takt Time* é calculado pela demanda necessária do produto, relaciona-se à sincronização da taxa de produção com o seu processo puxador, é apresentada na Equação 1.

$$\bullet \quad Takt \ Time = \frac{Tempo \ de \ Trabalho \ disponível}{Demanda} \quad \text{Equação (1)}$$

Na questão 3, pode-se dizer que o elemento de trabalho é “o menor incremento de trabalho que pode ser transferido para outra pessoa”.

Na questão 4, referente ao tempo, é necessário coletar tempos reais do processo, procurando observar os movimentos da mão de um operador qualificado para a atividade, cronometrando cada elemento da operação em vários ciclos. É necessário distinguir o tempo do operador do tempo da máquina, selecionando os menores tempos que se repetem.

Na questão 5, é realizada a comparação entre o tempo ciclo efetivo de cada máquina e o *Takt time* da célula, observando se o equipamento consegue atender à necessidade.

Na questão 6, busca-se avaliar a condição de que o colaborador agregue valor ao mesmo tempo que a máquina trabalha.

Na questão 7, referente à organização do processo físico, é necessário avaliar a disposição das máquinas e das estações de trabalho para que se obtenha maior eficiência.

Na questão 8, pode-se apresentar o cálculo da quantidade de operadores pelas seguintes equações:

$$\bullet \text{ Número de Operadores} = \frac{\text{Conteúdo Total de Trabalho}}{\text{Takt Time}} \quad \text{Equação (2)}$$

$$\bullet \text{ Número de Operadores} = \frac{\text{Conteúdo Total de Trabalho}}{\text{Tempo Ciclo}} \quad \text{Equação (3)}$$

Na questão 9, em relação à distribuição do trabalho entre os operadores, pode ser realizada pelos seguintes métodos:

- Dividir o Trabalho
- Analisar o circuito
- Fluxo Reverso
- Combinações de operações
- Um operador por estação

Na questão 10, em relação à programação do processo puxador, é necessário definir o volume de produção total e o específico para cada família de produto.

Na questão 11, em relação à reação do processo puxador quanto às mudanças na demanda, podem ser utilizadas algumas alternativas, como:

- Utilização de supermercado de produtos acabados
- Aumento ou redução do número de operadores
- Aumento ou redução do número de máquinas
- Adição ou exclusão de célula de produção

2.4.3 5 Sensos – 5S

O método surgiu no Japão, no fim da década de 60, idealizado por Takashi Osada . Os objetivos deste programa consistem em organizar o ambiente de trabalho, tornando-o limpo e organizado para o desenvolvimento de um bom trabalho, obtendo motivação dos colaboradores, maior produtividade, qualidade e segurança (TAKASHI, 1995).

O Quadro 2 destaca as cinco palavras do programa e seus significados:

Quadro 2 - Significado 5S
Fonte: adaptado de Takashi (1995)

5S	SIGNIFICADO	DEFINIÇÃO
Seiri	Organização	Distinguir o necessário do desnecessário e eliminar o desnecessário
Seiton	Arrumação	Determinar o layout e a arrumação para que todos os itens possam ser encontrados imediatamente quando necessário
Seiso	Limpeza	Eliminar sujeira, poeira e materiais estranhos, manter o ambiente limpo
Seiketsu	Limpeza Pessoal	Manter o ambiente limpo para conservar a saúde e evitar a poluição
Shitsuke	Disciplina	Treinar as pessoas para implementar decisões

Segundo Campos (1992), os cinco sentidos, têm como essência a mudança do comportamento, dos hábitos e da conduta, desde o presidente até os operários. Estas boas práticas colaboram para um ambiente de trabalho melhor, proporcionando bem estar aos funcionários.

2.4.4 Cinco Por Quês

“Repetindo por que cinco vezes, dessa forma, pode ajudar a descobrir a raiz do problema e corrigi-lo” (OHNO, 1997, pág. 37).

Ohno (1997) cita um exemplo da aplicação dos cinco por quês, descrito a seguir:

1. Por que a máquina parou?
Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou.
2. Porque houve uma sobrecarga?
Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.
3. Porque não estava suficientemente lubrificado?
Porque a bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente.
4. Porque não estava bombeando suficientemente?
Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando.
5. Porque o eixo estava gasto?
Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.

2.4.5 5W1H

A metodologia visa à melhoria contínua de processos e da qualidade, pois identifica e é utilizado para traçar um plano de ação para resolução dos problemas. Segundo Shingo (1996), a procura pelas causas reais dos problemas e perdas é uma atividade-chave no sistema Toyota.

Nesta busca, Campos (2004) relaciona as seis perguntas como *What (o que)*, *Who (quem)*, *When (quando)*, *Where (onde)*, *Why (por que)* e *How (como)*, onde a primeira pergunta faz referência a ação necessária, a segunda ao sujeito que deve realiza-la, a terceira tem a função de determinar o tempo, a quarta o lugar, a quinta o motivo pelo qual deve ser tomada a ação e a sexta de que forma será realizada a ação.

2.4.6 Kanban

O *Kanban* tem como finalidade o *just-in-time*, é uma ferramenta utilizada para a redução de desperdícios, mão-de-obra e estoques e eliminação de produtos defeituosos, pois controla o fluxo de mercadorias (OHNO, 1997).

O *Kanban* é praticado sob regras, às quais estão descritas no Quadro 3 (OHNO, 1997, pág.48).

Quadro 3 - Funções e Regras do Kanban

SISTEMA KANBAN		
ITEM	FUNÇÕES DO KANBAN	REGRAS PARA UTILIZAÇÃO
1	Fornecer informações sobre apanha ou transportar	O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>Kanban</i>
2	Fornecer informação sobre a produção	O processo inicial produz itens na quantidade e sequencia indicada pelo <i>Kanban</i>
3	Impedir a superprodução e o transporte excessivo	Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>Kanban</i>
4	Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias	Serve para afixar um <i>Kanban</i> às mercadorias
5	Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz	Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeitos
6	Revelar problemas existentes e mantém o controle de estoques	Reduzir o número de <i>Kanbans</i> aumenta sua sensibilidade aos problemas

Fonte: Ohno (1997)

As funções e regras para utilização desta ferramenta possibilitam a interação entre clientes e fornecedores, resultando na melhor troca de informação entre eles. Os *Kanbans* fornecem informações da necessidade de material a seus fornecedores, são representados por cartões ou marcadores plásticos (SLACK *et al.*, 2007).

2.5 Kaizen

O *Kaizen* é uma ferramenta utilizada para a otimização do processo, que resulta na obtenção de produtos de qualidade, mas ao mesmo tempo, reduz os custos. É uma ferramenta que traz

benefícios pelo aumento de produtividade, com baixos investimentos e maior motivação do colaborador (PANAZZO, 2009).

De acordo com Rother e Shook (1999) a metodologia Kaizen é utilizada para conduzir melhorias contínuas num fluxo, atuando na cadeia de valor, ou em processos individuais.

Segundo Panazzo (2009) o Kaizen utiliza-se de esforços constantes para aumentar a produtividade e a qualidade, pois resulta na produção de produtos melhores e mais baratos, considerando também a motivação dos funcionários, sem demandar altos investimentos.

Esta ferramenta se utiliza da predisposição para as ações, criatividade antes de gastar dinheiro, é focado na transformação física, onde é necessário superar a resistência e infundir uma cultura de mudança (ROMANINI, 2011).

O Evento Kaizen surge a partir da formação de uma equipe multifuncional, de forma dedicada, atuando num determinado processo, visando à eliminação dos desperdícios e a melhoria contínua, através da padronização de um método de trabalho, sendo finalizado em um curto período.

Imai (1996) relata que o evento Kaizen atinge seus objetivos levando em consideração:

- Obter uma linha capaz de produzir no tempo *takt*;
- Obter uma linha de produção flexível em relação aos desvios do tempo *takt*;
- Eliminar as causas que prejudicam o ritmo das operações;
- Desenvolver procedimentos de trabalho;
- Minimizar a necessidade de operadores na linha.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Metodologia

No cenário atual, de crescimento da empresa, existe a necessidade da revisão de conceitos relacionados ao método de produção, visando obter processos que atendam as características especificadas no projeto do produto e à demanda resultante das necessidades dos clientes. A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa. Devido à necessidade de mudança, é necessária uma pesquisa do tema em questão, assim como uma pesquisa-ação no processo da empresa. A pesquisa é considerada aplicada, pois visa propor e aplicar melhorias, sendo assim uma aplicação prática.

Durante o trabalho realizou-se uma pesquisa bibliográfica para que fossem adquiridos conceitos apresentados por autores renomados sobre o Sistema Enxuto de Produção e a compreensão da sua aplicação nos sistemas produtivos.

Na delimitação da área a ser estudada é apresentada também uma pesquisa documental que relata a observação da célula produtiva que mais impacta e requer maior necessidade de melhoria dentro do setor de usinagem. Neste contexto, o *Kaizen* apresentou-se como ferramenta que possibilita a melhoria do processo por implementar de forma rápida o sistema enxuto.

Tomando como atendimento aos requisitos do *Kaizen*, foi realizada a formação de uma equipe multifuncional e o treinamento desta, visando introduzir aos membros o conceito de melhoria contínua e eliminação de desperdícios considerados pela manufatura enxuta.

Uma vez definido os objetivos a serem alcançados, a equipe foi direcionada para observação da dinâmica de produção da célula de usinagem, foram realizadas medições de dados referentes a peças processadas, quantidade necessária das peças diariamente para atendimento da demanda, *layout*, quantidade de operadores, fluxo das peças, método de trabalho e tomadas de tempo das operações.

Posteriormente foram organizados os dados coletados, utilizando planilhas do *Microsoft Office Excel* e *flipchart* de modo à possibilitar a melhor visualização e análise do processo atual.

A partir da coleta e organização dos dados, foi possível analisar o processo atual e realizar o levantamento de oportunidades de melhoria, classificando-as de acordo com o impacto e dificuldade de implementação. Após a análise dos dados foi proposto o plano de ação, considerando as ações necessárias e o desdobramento destas em ações menores. O fluxograma representado na Figura 3 mostra as etapas realizadas para o desenvolvimento do trabalho.

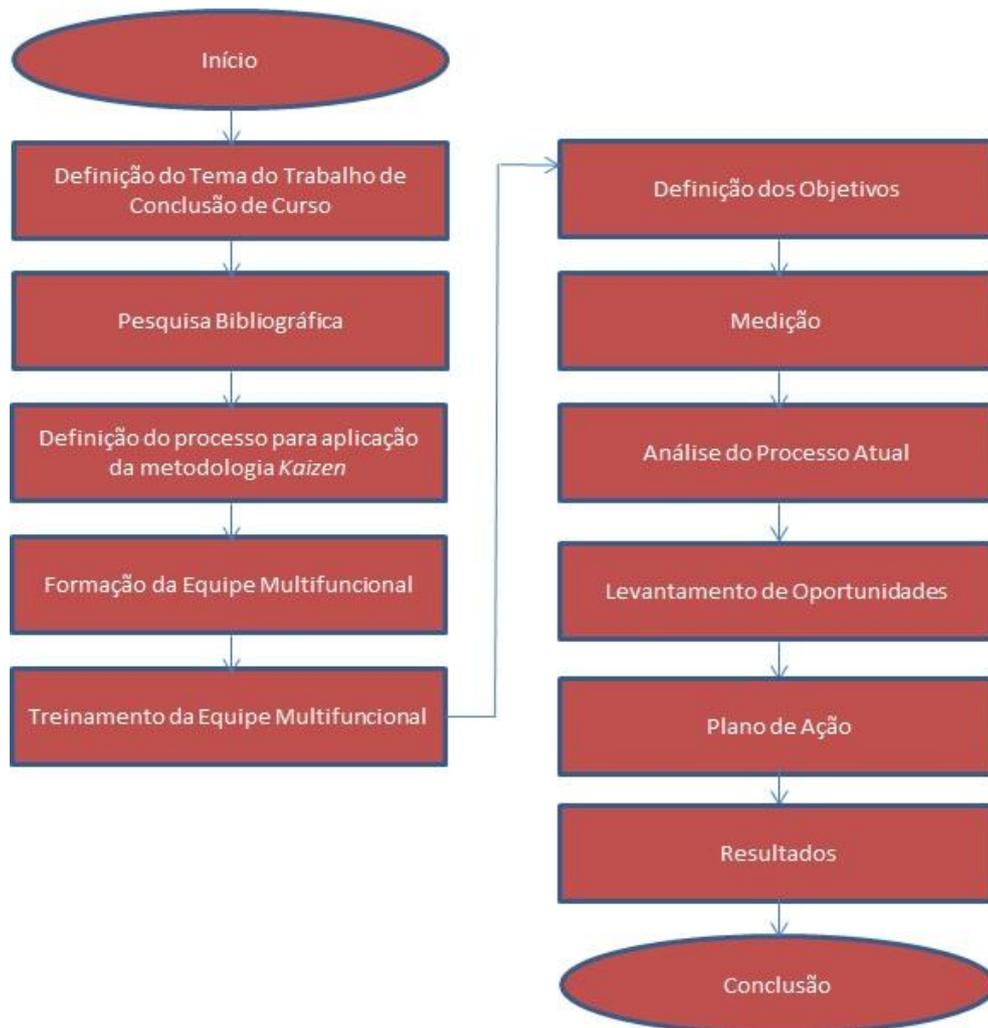


Figura 3 - Fluxograma da Metodologia

3.2 Caracterização da Empresa

A empresa em questão, pertence ao setor metal mecânico, iniciou suas atividades relacionadas ao fornecimento de energia pneumática em uma pequena loja de conserto destes equipamentos, foi adquirindo nome pelo reconhecimento de clientes da região, o que a levou a investir em atividades de manufatura de compressores.

Atualmente é caracterizada como empresa de médio porte e está localizada no norte do estado do Paraná, instalada em uma área de 20000m². Possui aproximadamente cento e cinquenta funcionários e atua em diversos países do Mercosul. A empresa possui 18 anos e é muito bem conceituada por ser fundamentada na melhoria contínua, tanto pela funcionalidade de seu produto, como pela segurança do usuário quanto ao equipamento utilizado.

Os produtos são projetados levando-se em consideração especificações de normas, como ASME (EUA) quanto ao projeto de fabricação de vasos de pressão e NR13 (Ministério do Trabalho do Brasil) como norma regulamentadora dos vasos de pressão, assim como possui certificação ISO 9001-2008 de qualidade. A descrição e hierarquia, em relação aos cargos ocupados na empresa, estão descritos no organograma apresentado na Figura 4, onde é possível visualizar onde estão inseridos os membros participantes da equipe multifuncional formada para realização do processo de melhoria.

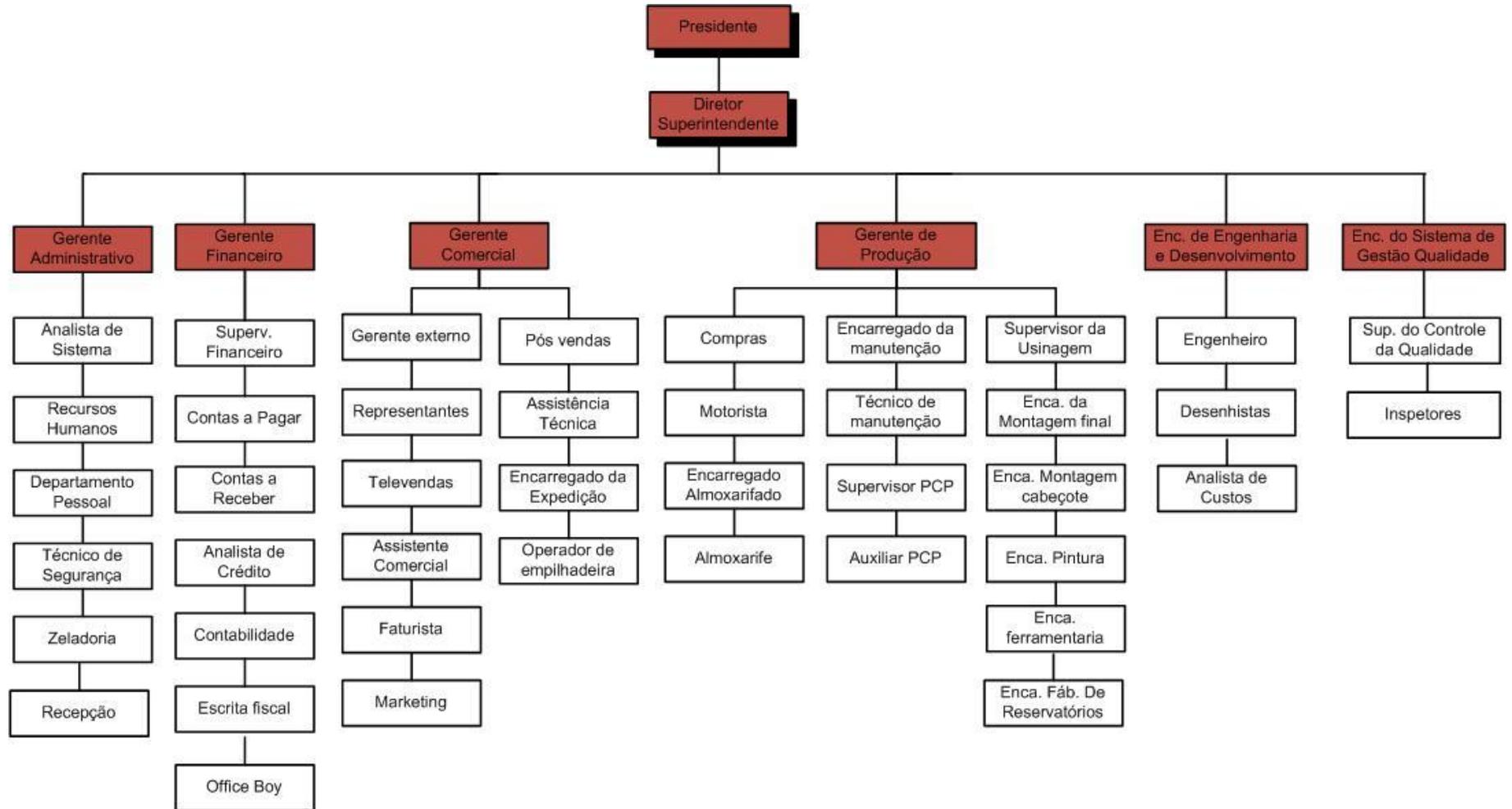


Figura 4 - Organograma da Empresa

Por meio da descrição e hierarquia dos cargos, apresentados na Figura 4, pode-se observar que os principais pilares apresentam as gerências do setor administrativo, financeiro, comercial, produção, engenharia e desenvolvimento e qualidade, os quais centralizam suas informações e são subordinados a um diretor superintendente, que por sua vez é subordinado ao presidente. Cada um dos pilares possui colaboradores para desenvolvimento.

3.2.1 Mix de Produto

A empresa dedica-se a produção de compressores de alta, média e baixa pressão que atendem desde a linha odontológica até a industrial. A empresa conta com uma linha de produtos padrão, porém atende também ao desenvolvimento de produtos especiais, especificados pelos clientes.

3.2.2 Processo Produtivo

A empresa apresenta em sua planta diferentes processos produtivos, o setor de usinagem, que realiza o processamento de peças, utilizadas no processo de montagem dos cabeçotes e a fábrica de reservatório que produz os vasos de pressão, utilizados na montagem final, onde são acoplados os cabeçotes e demais componentes.

O setor de usinagem realiza o recebimento de peças de ferro fundido de um dos fornecedores e o processamento destas por meio de tornos de comando numérico computadorizado (CNC) e convencionais, centros de usinagem, brunidoras, retificas, balanceadoras, mandrilhadoras, brochadeiras, furadeiras múltiplas, dedicadas, de bancada e de coluna. Este maquinário apresenta-se distribuído em onze células, onde cada uma produz determinados tipos de peças.

Assim que as peças finalizam o processo de usinagem, estas são lavadas e enviadas a um almoxarifado intermediário, que serve de pulmão, onde aguardam até que a montagem de cabeçotes as necessite para a produção. A montagem de cabeçotes é disposta em bancadas, onde os operadores fazem a montagem das peças que depois de finalizadas, passam por um teste de funcionamento e por uma pintura líquida.

O cabeçote, depois de montado, testado e pintado na montagem de cabeçotes é enviado à montagem final, que se apresenta disposta em linha de baixa e média pressão e linha de alta pressão. Na montagem final, os cabeçotes e outros componentes como motor e protetor de correia, são acoplados a um vaso de pressão.

O reservatório é produzido na fábrica de reservatórios, a qual está disposta em duas linhas: uma de baixa e média pressão, e outra de alta pressão, que são responsáveis pela transformação da chapa de aço em tubos, calotas e acessórios, que depois de unidos, formam os vasos de pressão. Depois de finalizada a transformação, este passa por um teste de pressão hidrostática, decapagem, pintura pó e forno industrial de cura para a pintura e então é enviado à montagem final.

3.2.3 Fluxo do processo

O fluxo geral do processo de fabricação dos compressores pode ser representado pelo fluxograma disposto na Figura 5.

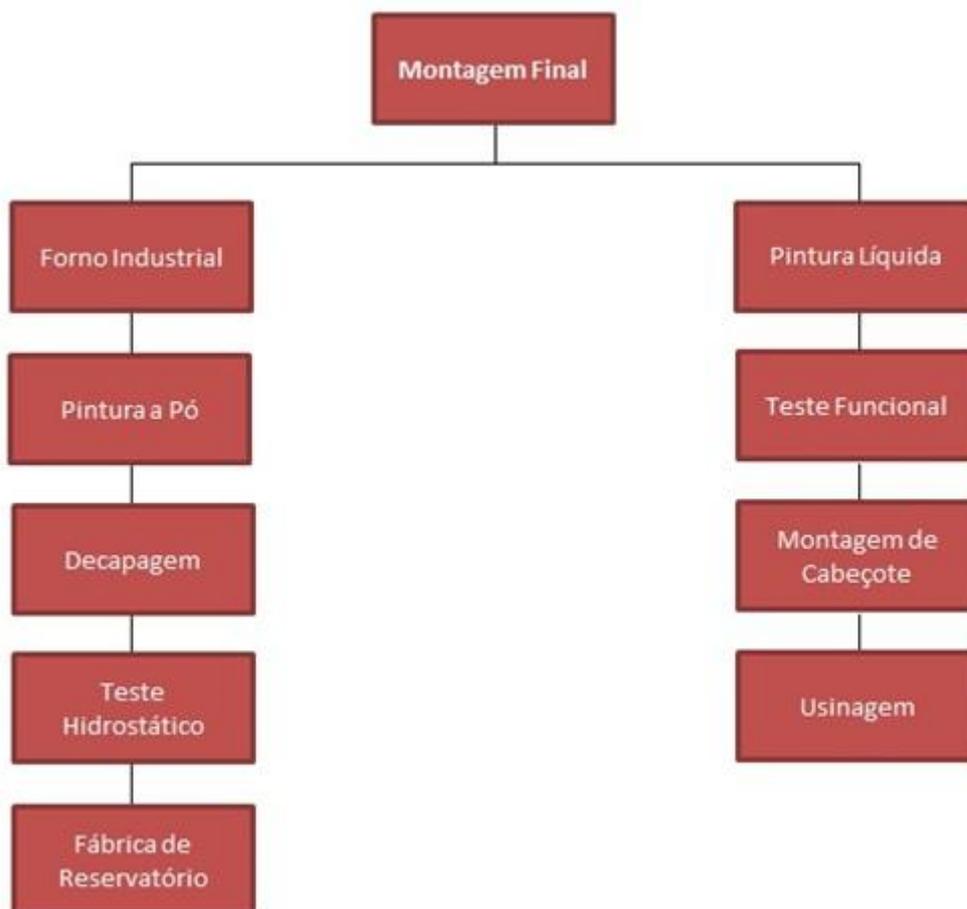


Figura 5 - Fluxograma do Processo

Através do fluxo do processo produtivo, é possível programar a quantidade de produtos finais, os compressores, conforme a demanda do cliente, portanto, através da explosão de componentes do produto, pode-se obter a quantidade de peças necessárias nos outros setores, o que caracteriza um fluxo puxado.

3.2.4 Demanda do Estudo

Inicialmente, visando reduzir os custos de produção e assegurar a capacidade para o atendimento à demanda diária de produção, foram analisados quais os setores que mais impactavam para que a montagem final não conseguisse atender ao volume de produção planejado.

Identificou-se a necessidade da aplicação do estudo em uma das células produtivas pertencente ao setor de usinagem, que processa tampas e cubos, pois esta é prioritária, em relação à falta do fornecimento de peças para o setor de montagem de cabeçotes, o que impacta diretamente na redução de produtividade deste setor e consequentemente na falta de cabeçotes para a montagem final.

3.3 Kaizen

3.3.1 Formação da Equipe Multifuncional e Treinamento

Após definição da célula de usinagem para o estudo, onde são processados os cubos e tampas, componentes necessários na montagem do cabeçote, foram selecionados funcionários das áreas da produção, sendo estes, encarregado da usinagem e operadores da célula de tampas e cubos, ferramentaria e manutenção, engenharia mecânica, programação e controle da produção, gerente de produção e engenharia de produção para a formação do time multifuncional responsável pela introdução da manufatura enxuta através do método *Kaizen*.

Após a formação do time foi organizado o treinamento, o qual introduziu os conceitos e ferramentas da manufatura enxuta e o método *Kaizen*, descritos na revisão bibliográfica, aos funcionários, para o nivelamento das informações.

Neste treinamento foi realizada uma dinâmica em grupo com os funcionários, utilizando-se três relógios de plástico, os quais representavam as máquinas. Foram direcionados três funcionários para o papel de operador, um para movimentador e um para cronoanálise. Com as “máquinas” programadas para despertar no tempo determinado para as operações, foram coletadas informações como tamanho de lote, estoque em processo, tempo que agrega valor, tempo de entrega de cada peça, porcentagem de atividades que agregam valor, total de peças produzidas e a quantidade de peças por operador em um tempo de produção de cinco minutos. As coletas foram realizadas em quatro situações:

- Corrida 1 - “Máquinas” distantes umas das outras
- Corrida 2 - Redução do lote
- Corrida 3 - Redução do tamanho do lote para uma peça, *layout* em linha e dispensa do movimentador
- Corrida 4 - Apenas um operador operando as três máquinas

As informações referentes à coleta dos dados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados da Dinâmica em Grupo

Dinâmica	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4
Tamanho do Lote	6	3	1	1
Estoque em Processo	18/30	9/21	5/4	3/3
Tempo Agrega Valor (s)	24	24	24	24
Tempo de Entrega	290	188	54	53
% das Atividades Agrega Valor	8,27	12,76	44,44	45,28
Total Produzido	18	18	21	20
Quantidade de Operadores	4	4	3	1
Peças/ Operador	4,5	4,5	7	20

Conforme foram simuladas as situações, observou-se que o estoque em processo, o tempo de entrega e a quantidade de operadores foram reduzindo, enquanto a quantidade produzida e a porcentagem de atividades que agregam valor foram aumentando. A dinâmica teve como objetivo fazer com que o time compreendesse os benefícios que a manufatura enxuta pode trazer, o que contribuiu para maior colaboração dos envolvidos.

3.3.2 Definição dos Objetivos

Em reunião da equipe, destinada a aplicar melhorias, por meio do método *Kaizen*, na célula de usinagem de tampas e cubos, foram definidos os objetivos, considerando o não atendimento da célula quanto à necessidade de peças para a montagem de cabeçotes, componente da montagem dos compressores. A programação mensal para a célula é realizada com base na

fabricação de 148 compressores ao dia somado a quantidade necessitada pela assistência técnica, para trocas e reparos.

Algumas informações, como a eficiência de produção atual, a quantidade de operadores e a produção por operador, foram preenchidas na definição após a coleta dos dados. A partir das considerações foram detalhados os objetivos:

- Assegurar a produção do volume necessário de peças para a montagem de cabeçotes, de 67,8% para 100%.
- Reduzir a quantidade de operadores na célula de 3 para 2 pessoas.
- Aumentar a produtividade de peças na célula de 125 peças por operador ao dia para 167 peças por operador ao dia.
- Aplicar os sensores de organização e arrumação dos cinco sensores.

3.3.3 Medição

Nesta etapa, buscou-se colher informações que retratassem o estado atual da célula de produção, que serviram de embasamento para o planejamento das condições futuras desejadas. Com o time treinado e os objetivos definidos, os membros foram direcionados para a coleta dos seguintes dados:

- Modelos de produtos
- Fluxo das operações
- Layout da célula
- Quantidade de operadores
- Tomada de tempos das peças
- Programação de produção
- Apontamento de produção
- Apontamento de refugo

Observando a dinâmica de produção da célula e com a troca de informações entre o time, foi possível coletar os dados.

3.3.3.1 Sequencia Operacional

A sequencia operacional descreve o fluxo das peças, desde a entrada da peça bruta na primeira máquina até a saída da peça usinada na última máquina. O modelo das peças e a sequência operacional foram apresentados na Tabela 2, onde T1 e T2 representam os tornos CNC, CF é o centro de furação, FM a furadeira múltipla, F2, F3, F4, F5 e F6 são as furadeiras normais e FA é a furadeira automática.

A partir da visualização da Tabela 2 é possível observar que algumas peças não iniciam e terminam na célula, as operações realizadas em outras células do setor de usinagem estão representadas pela cor cinza, portanto, possuem maior movimentação para que seja finalizado seu processo. Algumas peças passam pela mesma máquina mais de uma vez, o que gera necessidade de *setup* para troca de ferramenta.

3.3.3.2 Layout Atual da Célula

Neste cenário, o *layout* atual é disposto em três dimensões para melhor visualização do ambiente de trabalho atual (Figura 6). Na Figura 7 é apresentado o fluxo da tampa do cilindro 90mm, representado pelas setas laranjas, e do cubo 25V, representado pelas setas vermelhas, pois apresentam as maiores sequencias operacionais, portanto, maior complexidade.

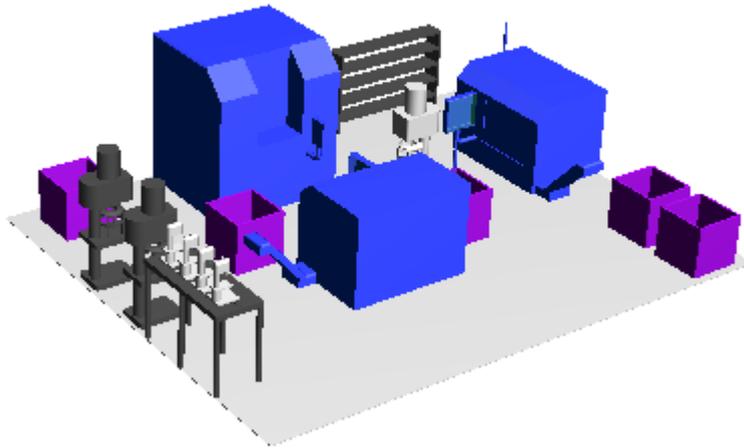


Figura 6 - Layout Atual

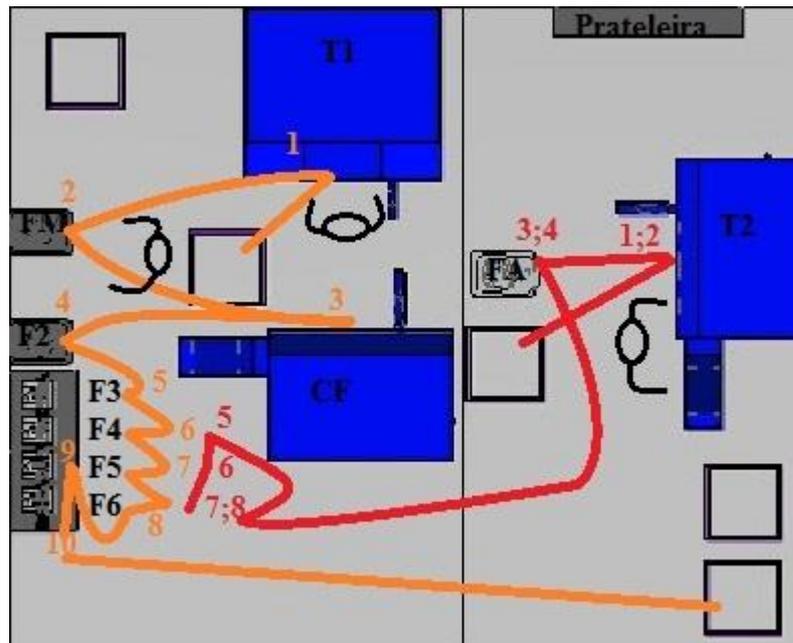


Figura 7 - Fluxo Produtivo Atual

Por meio da observação das Figuras 6 e 7, foi possível enxergar que o *layout* é distribuído de forma inadequada, as caixas de entrada de matéria-prima e saída de peças processadas estão dispostas de uma forma que dificulta a movimentação dos operadores pela área e que a célula trabalha com três operadores. Nesta condição, as peças são processadas em lotes, ficam aguardando todas as peças passarem por uma mesma operação para assim, ir para a próxima etapa, e conseqüentemente até completar a sequencia operacional.

3.3.3.3 Tomada de Tempos

Foram coletados os dados referentes às operações que cada peça fabricada na célula passa, descrevendo os tempos em manuais e automáticos para cada operação, obtendo assim informações relativas à capacidade das máquinas e de pessoas, em realizar a quantidade programada. Os dados foram apresentados no Apêndice 1.

Outra informação, relativa ao tempo ciclo, foi realizado pela soma dos tempos que a peça leva finalizar seu processo. No caso das furadeiras que não eram automáticas, considerou-se apenas o tempo manual, pois o operador deve descarregar e carregar o equipamento e continuar junto a ele, operando-o. Nas operações onde o equipamento é automático, o tempo manual foi considerado apenas o de descarga e carga do equipamento.

3.3.3.4 Eficiência de Produção

Visando obter informações relacionadas ao desempenho, foram coletados os dados referentes à programação de produção, apontamento da quantidade produzida e refugo, do mês de julho, que possui maior representatividade quanto à demanda dos clientes, consequentemente da programação de produção. Os dados estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Eficiência de Produção

	Peças	Planejado	Produção	Refugo	Eficiência
1	Tampa cilindro 10V	760	748	1	98,3%
2	Tampa cilindro 3" 15V	290	419	4	100,0%
3	Tampa cilindro 2"	385	249	2	64,2%
4	Tampa cilindro 90mm	385	246	4	62,9%
5	Tampa cilindro 20 BP	250	185	0	74,0%
6	Tampa cilindro 2 1/2 25V	260	198	2	75,4%
7	Tampa cilindro 3 1/4 40W	200	168	14	77,0%
8	Tampa cilindro 4 3/4 sem suspiro	300	351	5	100,0%
9	Tampa cilindro 4 3/4 com suspiro	360	289	0	80,3%
10	Cilindro 3 1/4	300	146	7	46,3%
11	Cilindro 2 1/2	360	681	2	100,0%
12	Cilindro 90mm	385	288	3	74,0%
13	Placa de válvula 2 1/2	290	725	0	100,0%
14	Placa de válvula 3 1/4	220	111	9	46,4%
15	Placa de válvula 4 3/4	760	529	2	69,3%
16	Cubo 5,2	1025	805	5	78,0%
17	Cubo 10V	380	350	19	87,1%
18	Cubo 15 V	258	186	0	72,1%
19	Cubo 20 TP	385	341	24	82,3%
20	Cubo 25V	160	132	124	5,0%
21	Cubo 40/60W	200	177	33	72,0%
22	Tampa carter 6 OD	47	0	0	0,0%
23	Tampa carter 15V	258	263	2	100,0%
24	Tampa carter 20 T	385	199	1	51,4%
25	Tampa carter 25V	160	50	0	31,3%
26	Tampa carter 40/60W	200	134	6	64,0%
27	Tampa carter 40T	10	0	0	0,0%
28	Tampa retentor 25V	160	93	7	53,8%
29	Tampa retentor 40/60W	200	170	33	68,5%
30	Carter 3OD	15	20	0	100,0%
Total		9348	8253	309	67,8%

De acordo com os dados observados na Tabela 3, são produzidas 8253 peças na célula, sendo que, 309 possuem problemas referentes à qualidade, pelo não atendimento das características

especificadas no projeto, e que boa parte das peças produzidas não haviam sido planejadas. O cálculo da eficiência geral foi realizado pela média das eficiências, que por sua vez, não ultrapassam 100% quando a quantidade produzida é acima da quantidade planejada.

3.3.4 Análise do Processo Atual

O intuito da medição das características do processo a que estão submetidos os colaboradores atualmente, foi gerar dados para embasar a tomada de decisão quanto às melhorias que poderiam ser aplicadas à célula. Observou-se que não é produzida a quantidade de peças necessárias, pois o ambiente de trabalho possui diversas dificuldades.

Inicialmente, o fluxo das peças é apresentado de forma detalhada, sendo possível observar, que as peças passam mais de uma vez por uma mesma operação, o que impossibilita o fluxo contínuo destas. Outro fator que não permite que as peças sejam processadas continuamente é a disposição das máquinas, que além de dificultar o fluxo, desperdiça tempo do operador em seu deslocamento pela célula, que por sua vez acarreta no aumento do custo de produção.

Conforme dados relacionados ao desempenho da célula, observou-se que a programação de produção não é atendida, efeito gerado pelas dificuldades enfrentadas pelos operadores neste *layout* e pela reprogramação devido à falta de componentes no setor de montagem final dos compressores.

3.3.5 Levantamento de Oportunidades

Durante a coleta dos dados, a equipe dedicou boa parte do tempo observando o dinamismo do trabalho na célula, onde foi possível fazer anotações dos problemas que ocorriam, porém, no processo de desenvolvimento da melhoria contínua, estes são encarados como oportunidades. Assim como o levantamento de oportunidades, os dados coletados nas etapas anteriores foram organizados e dispostos em *flipcharts* para facilitar a visualização e troca de informações entre o time e promover o levantamento de mais oportunidades.

A partir dos tempos coletados, foi possível observar que a célula trabalha com folga, em relação à capacidade dos equipamentos e das pessoas, porém, mesmo assim, não é produzida a quantidade planejada de peças.

No Quadro 4, foram listadas as oportunidades definidas pelo time.

Quadro 4 - Levantamento de Oportunidades

Levantamento de Oportunidades	
1	Fluxo de operações complexo
2	Layout apertado
3	Local de entrada de matéria-prima inadequada
4	Saída de produto acabado fora da embalagem de transporte
5	Falta de dispositivos de fixação
6	Falta de ferramentas/ ferramentas reserva e ferramentas sem afiação
7	Dificuldade de fixação dos dispositivos
8	Embalagem muito baixa
9	Falta de identificação dos dispositivos de fixação
10	Falta de bancadas de espera para peças entre operações
11	Falta de bancadas para instrumentos de medição
12	Falta de embalagem para transporte
13	Falta de reservatório para descarte de cavaco
14	Bancadas desorganizadas
15	Excesso de estoque em processo
16	Falta de identificação da causa dos refugos
17	Qualidade da usinagem deficiente

Por meio da visualização do Quadro 4, é possível identificar que os principais problemas relacionam-se ao fluxo de matéria-prima pelos equipamentos dispostos na célula e pela falta de condições que possibilitem o fluxo contínuo, que gera excesso de estoque entre as operações. A desorganização do ambiente e falta de dispositivos acarretam em problemas de qualidade na usinagem. As imagens a seguir conferem o estado atual do processo.

3.3.6 Plano de Ação

A partir do levantamento de oportunidades realizado na etapa anterior e o amplo conhecimento do processo, pelo fato da equipe ser composta por pessoas de diversas áreas da empresa, foi possível definir um plano de ação, onde o volume de trabalho foi dividido, para que a equipe pudesse obter resultados de forma rápida.

As principais ações levantadas foram descritas no Quadro 5.

Quadro 5 - Plano de Ação

Plano de Ação				
O que será feito?	Quando será feito?	Onde será feito?	Porque será feito?	Quem o fará?
Definir e revisar fluxo contínuo de operações para cada produto	3 dias	Engenharia	Aumentar a produtividade	Engenheiro Mecânico e Engenheiro de Produção
Levantar e definir dispositivos de usinagem por operação	3 dias	Célula de Tampas e Cubos	Melhorar a qualidade	Encarregado de Usinagem
Comprar ferramentas	3 dias	Compras	Falta de ferramentas	Engenheiro de Produção e Encarregado de Usinagem
Planejar e realizar mudança de <i>layout</i>	4 dias	Engenharia	Melhorar qualidade e produtividade	Engenheiro de Produção e Engenheiro Mecânico
Elaborar e fabricar uma plataforma móvel para caixa de peças, bancadas para instrumentos de medição e reservatório para cavaco	2 dias	Ferramentaria	Melhorar a ergonomia da célula	Engenheiro de Produção e Ferramenteiro
Planejar e listar todas as ações referentes ao 1ºS e 2ºS do 5S	2 dias	Célula de Tampas e Cubos	Melhoria da qualidade	Engenheiro de Produção
Listar e confeccionar bancadas de espera e calhas para entrada e saída de peças nas máquinas	3 dias	Ferramentaria	Possibilitar o fluxo contínuo	Engenheiro de Produção e Ferramenteiro
Treinar operadores, revisar e disponibilizar desenhos de processo das peças na célula	3 dias	Engenharia	Inserir recursos necessários à produção	Engenheiro de Produção
Desenvolver e disponibilizar apontamento horário de produção e parada de máquinas	2 dias	Engenharia	Gerar dados relacionados à célula	Engenheiro de Produção e Engenheiro Mecânico
Desenvolver novas programações para processamento das peças no centro de furação (CF)	4 dias	Engenharia	Aumentar produtividade	Engenheiro Mecânico e Encarregado de Usinagem

A partir do plano de ação traçado, foram justificadas as ações para o levantamento de oportunidades, assim como o desdobramento destas ações principais em ações menores que possibilitassem a conclusão do objetivo deste trabalho.

Em relação ao fluxo de operações complexo, layout apertado, local de entrada de matéria-prima inadequado e saída de produto acabado, fora da embalagem de transporte, foi definido primeiramente a necessidade de simplificar o fluxo, de forma que as peças brutas entrem na célula por um lado e atravesse-a continuamente até a embalagem de saída, eliminando a movimentação desnecessária dos operadores e reduzindo o tempo de processamento das peças.

Foi identificado que alguns dispositivos para fixação das peças nas máquinas estavam faltando, que havia dificuldade na fixação de alguns deles e que seriam necessários mais dispositivos após a definição de nova sequência operacional, onde seriam eliminados os processos em furadeiras, passando a efetuá-los no centro de furação.

Houve a necessidade de compra de ferramentas ou brocas para substituição das que haviam desgastado ao longo do tempo e comprometiam a qualidade. As ações pontuais, referentes ao levantamento dos dispositivos estão dispostas no Quadro 6.

Quadro 6 - Levantamento de Dispositivos

Levantamento de Dispositivos	
Ítem	Descrição da Ação
1	Fazer dispositivo calço para apoiar cubos no torno 2(T2)
2	Fazer 2 gabaritos para tampa do cilindro 10V
3	Fazer manutenção e troca de peças na furadeira automática (FA)
4	Fazer calço para a furadeira múltipla
5	Fazer dispositivos que possibilitem furar as placas de válvula na célula 9
6	Arrumar chave inversora da furadeira 5 (F5)
7	Arrumar chuveiro do centro de furação (CF)
8	Colocar/ arrumar automático das furadeiras
9	Arrumar gabarito da furadeira múltipla (FM) para tampa do cilindro de 2 1/2 25V que está com folga e da 3 1/4 40W que quebrou o encaixe
10	Arrumar gabarito da tampa do carter 40/60 W
11	Fazer gabarito para tampa do carter 20 T
12	Fazer cabeçote para furadeira múltipla para furar cubos sem mover
13	Consertar bomba da água da furadeira múltipla (FM)
14	Troca dos plásticos laterais e do vidro da frente do centro de furação (CF)
15	Fazer castanha capaz de prender os dois lados do cubo no torno 2 (T2)

O planejamento para realização da mudança de *layout* englobou diversas ações, como a coleta de medidas do espaço físico da célula e dimensões das máquinas, representação destas medidas em escala no software utilizado para desenho, definição de nova sequência operacional para os produtos, avaliação de mudanças de posicionamento das máquinas, definição de posicionamento final, agendamento da data de mudança, para locação de um caminhão *munck* e desinstalação e instalação elétrica dos equipamentos.

A caixa de entrada de matéria-prima foi considerada muito baixa, o que demandava maior esforço para pegar as peças brutas e dar início ao processo, por isso, foi definido a fabricação de uma plataforma móvel, para que essa embalagem de entrada pudesse ser colocada sob a plataforma, deixando-a em uma altura ideal para realização do trabalho. Nesta mesma ação foi definida a fabricação de bancadas para os instrumentos de medição, o que facilitaria a inspeção das características de usinagem, reduzindo assim problemas de qualidade, definido no levantamento de oportunidades e observados no apontamento dos refugos.

Na etapa de listagem das ações referentes aos quesitos de organização e arrumação, relacionados ao 1º e 2º S's dos cinco sentidos, foram relacionadas, através de uma reunião e discussão entre a equipe de todas as medidas possíveis, para tornar o ambiente de trabalho mais organizado e aumentar a qualidade do trabalho.

As ações definidas estão relacionadas no Quadro 7.

Quadro 7 - Levantamento de Ações - 5S

Levantamento de Ações - 5S	
Ítem	Descrição da Ação
1	Identificar e trocar água para limpeza dos dispositivos
2	Limpar chão e furadeiras
3	Providenciar caixas para separar panos de objetos pessoais
4	Organizar estoque em processo de produtos usinados
5	Elaborar e disponibilizar bancadas para instrumentos de medidas
6	Descartar bancadas improvisadas e disponibilizar suportes adequados para estoque em processo
7	Identificar caixas de entrada e saída de materiais
8	Descartar objetos desnecessários na prateleira da célula
9	Lavar prateleira, organizar e identificar dispositivos presentes nela
10	Identificar peças modelos e as furadeiras
11	Pintar faixas de segurança
12	Fazer limpeza interna dos tornos
13	Confeccionar painel para chaves

Observando as ações dispostas no Quadro 7 é possível observar o estado de organização que se encontrava o ambiente e compreender as melhorias que as atividades listadas podem trazer para o melhor funcionamento do processo e bem-estar dos operários.

Em relação à ação voltada para confecção de bancadas de espera e calhas, para entrada e saída de materiais nas máquinas, foi necessário tomar medidas de comprimento e elaboração destes dispositivos de forma a proporcionar regulagem de altura para maior adaptação dos funcionários. Esta medida está diretamente relacionada a proporcionar o fluxo contínuo e transbordo do material pelas operações, onde a peça pudesse ser retirada da caixa de entrada de matéria-prima, chegar a entrada da máquina por meio das calhas, ser retirada do equipamento e aguardar na bancada de espera, até que o operador carregue a máquina com outra peça, e a que estava na bancada de possa ir para a calha do próximo equipamento.

De acordo com as condições futuras, proporcionadas pela aplicação de algumas ações, houve a necessidade de listar a ação referente ao treinamento dos operadores, pois estes estavam acostumados a trabalhar de uma forma diferente da planejada. Além deste treinamento, foi programada a revisão dos desenhos de processo para disponibilizar as informações e características das peças aos operadores.

Outra medida listada foi a introdução de um formulário para o apontamento horário de produção e parada de máquina, para que pudessem ser coletados os dados referente às causas das paradas e obter maior controle da produção, apresentado pelo Apêndice 2.

Assim como os dispositivos de fixação, foram desenvolvidas novas programações para o centro de furação (CF), para que pudesse realizar as operações, que antes eram feitas pelas furadeiras, nas tampas de cilindro.

Algumas das ações, ainda referentes à simplificação do fluxo, foram voltadas para o desenvolvimento de dispositivos que possibilitassem que a furação realizada para os cilindros e placas de válvula na furadeira múltipla, fossem feitos nas células 5 e 9, a qual pertencem estas peças.

3.3.7 Resultados

Visando eliminar os desperdícios, produzir a quantidade necessária de peças para atendimento à montagem de cabeçotes, reduzir custo por meio da melhor utilização da mão-de-obra e proporcionar um ambiente de trabalho melhor aos operadores, foram treinados os funcionários de diferentes áreas, que constituíram o time do *Kaizen*. Direcionados para a coleta, análise, proposta de um plano de ação e aplicação das ações, obteve-se uma célula eficiente e capaz de atender aos objetivos propostos. A sequência operacional e o fluxo foram simplificados com a mudança e implantação da manufatura enxuta. A nova sequência é demonstrada na Tabela 4.

Tabela 4 - Fluxo de Operações Final

	Peças	Fluxo das Operações									
		T1	CF	FM	F2	F3	F4	F5	F6	FA	T2
1	Tampa cilindro 10V	1	3	2							
2	Tampa cilindro 3" 15V	1	3	2							
3	Tampa cilindro 2"	1	3	2							
4	Tampa cilindro 90mm	1	3	2							
5	Tampa cilindro 20 BP	1	3	2							
6	Tampa cilindro 2 1/2 25V	1	3	2							
7	Tampa cilindro 3 1/4 40W	1	3	2							
8	Tampa cilindro 4 3/4 sem suspiro	1	3	2							
9	Tampa cilindro 4 3/4 com suspiro	1	3	2							
10	Cilindro 3 1/4										
11	Cilindro 2 1/2										
12	Cilindro 90mm										
13	Placa de válvula 2 1/2										
14	Placa de válvula 3 1/4										
15	Placa de válvula 4 3/4										
16	Cubo 5,2									2	1
17	Cubo 10V						3			2	1
18	Cubo 15 V						3	4	5	2	1
19	Cubo 20 TP						3	4	5	2	1
20	Cubo 25V				3	4	5	6	7	2	1
21	Cubo 40/60W				3	4	5	6	7	2	1
22	Tampa carter 6 OD	1	2								
23	Tampa carter 15V	1	2								
24	Tampa carter 20 T	1	2								
25	Tampa carter 25V	1	2								
26	Tampa carter 40/60W	1	2								
27	Tampa carter 40T	1	2								
28	Tampa retentor 25V	1	2								
29	Tampa retentor 40/60W	1	2								
30	Carter 3OD					3	4	5			

Para que a célula pudesse desenvolver o fluxo apresentado na Tabela 4, foram listadas ações referentes a dispositivos necessários, como bancadas e calhas para transbordo do material pela célula, manutenção das furadeiras e ativação do modo automático nestas.

O *layout* planejado e implementado é apresentado na Figura 8. Na Figura 9 é mostrado o fluxo pelos equipamentos, da tampa do cilindro 90mm, representado pelas setas laranjas, e do cubo 25V, representado pelas setas vermelhas,, pois estes apresentavam maior movimentação e sequencia de operações.

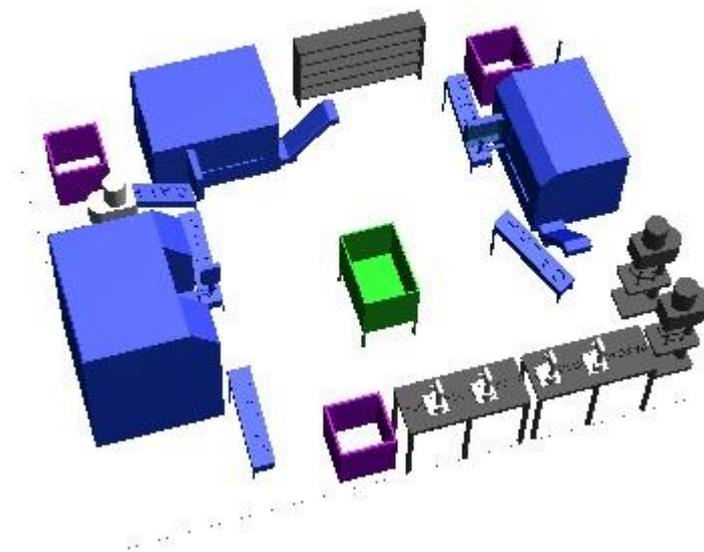


Figura 8 - Layout Planejado e Implementado

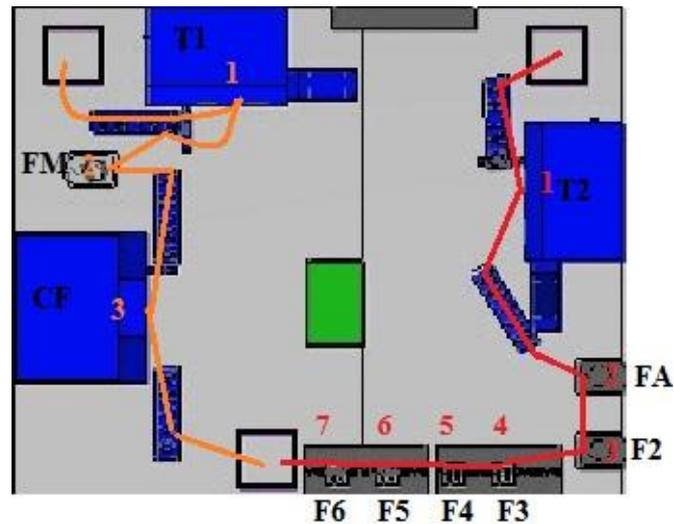


Figura 9 - Fluxo Produtivo Planejado e Implementado

Nas Figuras 8 e 9 observa-se que as máquinas foram dispostas de modo a utilizar o espaço físico da melhor forma possível, disponibilizando as calhas e bancadas, para obter melhor acesso às máquinas e menor utilização da mão-de-obra do operador, pela ativação do modo automático das furadeiras.

Agora, enquanto o operador retira a peça de uma máquina, ele a coloca na calha ou na bancada de espera, abastece esta máquina e inicia a operação, vai para a próxima operação da sequência, descarrega o equipamento, coloca a peça na bancada de espera ou calha, pega a peça que está em espera, vinda da operação anterior, e abastece a máquina, ocorrendo assim por diante.

Diante do novo *layout*, que apresenta conexão entre os equipamentos, foi possível mudar a forma de trabalho da célula, que antes realizava as operações em todas as peças do lote para passar para a próxima operação, fazendo com que houvesse grandes estoques em processo, para um processamento contínuo das operações, e minimização do estoque em processo.

Novamente foram coletados os dados referentes à tomada de tempos para comparação com o processo inicial. O Apêndice 3 apresenta os tempos.

Por meio da análise dos tempos utilizando dois exemplos, percebeu-se que o tempo ciclo da tampa do cilindro 90mm caiu de 239s para 161s, sendo que o tempo manual caiu de 162s para

34s e o tempo automático diminuiu de 157s para 127s, enquanto o tempo ciclo do cubo 25V caiu de 228s para 193s, sendo que o tempo manual caiu de 136s para 68s e o tempo automático diminuiu de 155s para 125s. Esta comparação pode ser observada na Tabela 5.

Comparação - Coleta dos Tempos (s)				
	Antes		Depois	
Peça	Tampa do Cilindro 90mm	Cubo 25 V	Tampa do Cilindro 90mm	Cubo 25 V
Tempo Ciclo	239	228	161	193
Tempo Manual	162	136	34	68
Tempo Automático	157	155	127	125

Tabela 5 - Comparação - Coleta dos Tempos

Analisando-se o *Takt-time*, foram excluídas as programações dos cilindros e das placas de válvula, pois estas não pertenciam à célula. A quantidade de peças necessárias a serem fabricadas pela célula obteve um total de 7033 peças mês, porém foi adicionado a este valor, a quantidade de peças refugadas, sendo necessário 7342 peças mês para atender à demanda. Para a programação considerada, no mês que apresenta 22 dias, a necessidade é de 334 peças ao dia para a célula. O tempo efetivo de trabalho da célula é de 518 minutos ao dia, portanto o cálculo do *Takt time* é apresentado na Equação 4, por meio da substituição na Equação 1 dos valores apresentados.

$$Takt\ Time = \frac{518 \cdot 60}{334} = 93s \quad \text{Equação (4)}$$

A partir do cálculo do *Takt-time*, foi definida a necessidade de uma peça a cada 93s. Como a necessidade é de cubo e tampa simultâneos, a célula produz os dois tipos ao mesmo tempo, portanto, a necessidade é de duas peças a cada 186s.

Nestas considerações, da simultaneidade, o conteúdo total de trabalho recebe o valor de 186s, sendo possível assim, realizar o cálculo da quantidade necessária de operadores para a célula. A partir da substituição dos valores encontrados, na Equação (2), tem-se o resultado na Equação (5).

$$Número\ de\ Operadores = \frac{186s}{93} = 2\ operadores \quad \text{Equação (5)}$$

Por meio da tomada de tempos, e atendimento do objetivo referente à quantidade operadores após a aplicação do *Kaizen* observa-se que as peças apresentam tempos ciclos menores que

186s, para maioria dos casos, o que torna a célula capaz de realizar o processamento da quantidade programada.

4 CONCLUSÃO

Neste tópico a conclusão do presente trabalho é apresentada, e foi dividida em: contribuições da pesquisa, limitações e proposta de trabalhos futuros.

4.1 Contribuições da Pesquisa

O trabalho teve o objetivo de desenvolver a melhoria contínua por meio da implantação da manufatura enxuta, através do método *Kaizen*, na célula de produção de tampas e cubos, visando obter uma linha de produção mais eficiente e que atendesse à demanda. O objetivo foi alcançado na etapa de desenvolvimento, o qual foi embasado teoricamente, por meio da revisão de literatura. A partir de então, foi possível fazer a coleta e análise dos dados, propor e implementar melhorias em um processo que apresentava ineficiência gerada por desperdícios.

O uso do método *Kaizen* auxiliou na compreensão dos problemas e em meios que possibilitassem soluções para melhorar a eficiência no setor de usinagem. Também auxiliou em uma melhor compreensão sobre a dinâmica da célula de produção de tampas e cubos para identificar as ferramentas que poderiam ser utilizadas.

Iniciou-se a etapa de desenvolvimento, na qual os funcionários foram treinados, para então, partir para a coleta de dados referente à célula de usinagem de tampas e cubos. Foram analisados estes dados e realizado um levantamento de oportunidades, visando principalmente introduzir o fluxo contínuo e eliminar desperdícios, requisitos para inserção da manufatura enxuta. Após o levantamento, foi traçado o plano de ação e implementadas uma a uma pelo time formado.

Após implementada a nova condição de trabalho e realizada novamente a tomada dos tempos das peças, observou-se que a célula possui capacidade de realizar a programação mensal, atendendo a necessidade de montagem de cabeçotes, tornou-se mais eficiente, pela melhor utilização da mão-de-obra e trouxe aos operadores um ambiente de trabalho melhor.

Em condições de atender a necessidade do setor subsequente, apresentar maior flexibilidade de produção, reduzir os custos de fabricação e proporcionar ao operador menor demanda de esforço físico, a prática da melhoria continua mostrou-se como ferramenta essencial à sobrevivência das organizações.

4.2 Limitações

A pesquisa-ação limitou-se em buscar embasamento teórico para que os funcionários fossem direcionados à coleta de dados e análise destes. Após esta etapa, foram levantadas oportunidades de melhoria por todos os participantes, segundo um mesmo ponto de vista, da manufatura enxuta, para que pudesse ser definido o plano de ações, sanando cada problema encontrado após sua implementação.

As dificuldades encontradas, relativas à pesquisa de campo, referem-se à coleta dos dados, por falta de padronização das operações, pela variedade de peças usinadas na célula e pela resistência à mudança por parte da maioria dos colaboradores. Por outro lado, a não disponibilidade dos participantes do *Kaizen* em tempo integral acarretou em um prolongamento do trabalho.

4.3 Proposta de Trabalhos Futuros

No cenário organizacional apresentado no trabalho, existem possibilidades de implementação da manufatura enxuta por todos os setores, pois estes trabalham com a produção em lotes. Uma das ferramentas essenciais a serem desenvolvidas, é o mapeamento do fluxo de valor para toda a cadeia produtiva, identificando assim as atividades realizadas que não agregam valor e melhorando os processos que que agregam valor.

No âmbito acadêmico, o trabalho pode ser prosseguido por meio da pesquisa dos benefícios que as ferramentas propostas pelo STP podem trazer, analisando os investimentos realizados, o retorno financeiro e satisfação dos colaboradores.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, Vicente Falconi. TQC Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 6ª Ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. Rio de Janeiro: Bloch, 1992.
- CAMPOS, Vicente Falconi. Padronização de empresas. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugênio Kahn; CARPINETTI, Luiz César Ribeiro. Controle estatístico de qualidade. São Paulo, SP: Atlas, 2004.
- FULLMAN, C. O Trabalho: mais resultado com menos esforço, custo: passos para a produtividade. São Paulo: Educator, 2009.
- IMAI, M. Gemba Kaizen: estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica. São Paulo: IMAM, 1996.
- IMAI, M. Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo. São Paulo: IMAM, 2005.
- LEIDENTZ, Rosângela. Processo de Padronização, Treinamento e Habilitação de Mão-de-obra Direta em uma Panificadora. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/processo-de-padronizacao-treinamento-e-habilitacao-de-mao-de-obra-direta-em-uma-panificadora/53582/>>. Acesso em: 02/06/2012.
- LIKER, Jeffrey K. O Modelo Toyota 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.
- NAZARENO, R.; RENTES, A. F.; SILVA, A. L. Implantando técnicas e conceitos da produção enxuta integradas à dimensão de análises de custos. 2ª. ed. Belo Horizonte: Segrac, 2001
- OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala; trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- PANAZZO, R., Kaizen, 2009. Disponível em <<http://www.administradores.com.br/informe-se/producaoacademica/kaizen/1759/>>. Acessado em 03/06/2012.
- ROTHER, M., HARRIS R. Criando Fluxo Contínuo. Lean Institute Brasil. São Paulo, 2002.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.
- ROTHER, M. & SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. Lean Institute Brasil. São Paulo, 1999.

ROTHER M; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção; trad. Eduardo Schaan. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas S.A.,2007.

TAKASHI, Osada. Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. São Paulo, SP: Imam – Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1995.

ROMANINI - Treinamento SPP (Sistema Pressure de Produção), ROMANINI, J., 2011.

WOMACK, J. P. JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 4ª Edição. Rio de Janeiro, 1998.

WOMAC, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. A Máquina que Mudou o Mundo. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1992.

QUEIROZ, A.; Criando Fluxo Contínuo. Disponível em <<http://www.geteq.ufsc.br/control/upload/arquivos/fluxo%20contínuo%20ir.pdf>>. Acessado em 02/06/2012.

APÊNDICE

Apêndice 1 – Tomada de Tempos e Capacidade Inicial

	Peças	Programação Mensal	T1				CF				FM				F2				F3			
			TM (s)	TA(s)	ITM(s)	ITA(s)	TM (s)	TA(s)	ITM(s)	ITA(s)	TM (s)	TA(s)	ITM(s)	ITA(s)	TM (s)	TA(s)	ITM(s)	ITA(s)	TM (s)	TA(s)	ITM(s)	ITA(s)
1	Tampa cilindro 10V	760	10	15	7600	11400	12	40	9120	30400	12	15	9120	11400	25	15	19000	11400	27	15	20520	11400
2	Tampa cilindro 3" 15V	290	10	15	2900	4350	12	40	3480	11600	12	15	3480	4350	25	15	7250	4350				
3	Tampa cilindro 2"	385	10	15	3850	5775	12	40	4620	15400	12	15	4620	5775	25	15	9625	5775				
4	Tampa cilindro 90mm	385	10	15	3850	5775	12	40	4620	15400	12	22	4620	8470	25	15	9625	5775	27	15	10395	5775
5	Tampa cilindro 20 BP	250	10	15	2500	3750	12	40	3000	10000	12	22	3000	5500	25	15	6250	3750				
6	Tampa cilindro 2 1/2 25V	260	10	15	2600	3900	12	40	3120	10400	12	15	3120	3900	25	15	6500	3900				
7	Tampa cilindro 3 1/4 40W	200	10	15	2000	3000	12	40	2400	8000	12	15	2400	3000	25	15	5000	3000				
8	Tampa cilindro 4 3/4 sem suspiro	300	10	15	3000	4500	12	40	3600	12000	12	15	3600	4500	25	15	7500	4500	27	15	8100	4500
9	Tampa cilindro 4 3/4 com suspiro	360	10	15	3600	5400	12	40	4320	14400	12	15	4320	5400	25	15	9000	5400	27	15	9720	5400
10	Cilindro 3 1/4	300									12	12	3600	3600								
11	Cilindro 2 1/2	360									12	12	4320	4320								
12	Cilindro 90mm	385									12	12	4620	4620								
13	Placa de válvula 2 1/2	290									12	15	3480	4350								
14	Placa de válvula 3 1/4	220									12	15	2640	3300								
15	Placa de válvula 4 3/4	760									12	15	9120	11400								
16	Cubo 5,2	1025																				
17	Cubo 10V	380																				
18	Cubo 15 V	258																				
19	Cubo 20 TP	385																				
20	Cubo 25V	160																				
21	Cubo 40/60W	200									10	12	2000	2400								
22	Tampa carter 6 OD	47																	27	15	1269	705
23	Tampa carter 15V	258	10	35	2580	9030																
24	Tampa carter 20 T	385	10	35	3850	13475																
25	Tampa carter 25V	160	10	35	1600	5600																
26	Tampa carter 40/60W	200	10	35	2000	7000																
27	Tampa carter 40T	10	10	35	100	350																
28	Tampa retentor 25V	160	10	35	1600	5600																
29	Tampa retentor 40/60W	200	10	35	2000	7000																
30	Carter 3OD	15																	27	15	405	225
	Total	9348				95905				127600				86285				47850				28005
	Tempo Disponível					683760				683760				683760				683760				683760

Apêndice 2 – Controle Horário de Produção e Parada de Máquinas

CONTROLE HORÁRIO DE PRODUÇÃO																			
Linha de Produção:		Operação:		Produção Prevista															
Setor / Célula		Máquina:		Turno Normal		Hrs. Trab.		Produção											
Objetivo Hora:		Número da Máq.:		7:20 às 17:23		10:03													
Objetivo Dia:		Semana:																	
Data		Seg		Ter		Qua		Qui		Sex		Sáb		Dom					
Dia /	Hora	Tempo Parada	Cód.	Tempo Parada	Cód.	Tempo Parada	Cód.	Tempo Parada	Cód.	Tempo Parada	Cód.	Tempo Parada	Cód.	Tempo Parada	Cód.	Tempo Parada	Cód.	Tempo Parada	Cód.
07:30																			
08:30																			
09:30																			
10:30																			
11:30																			
12:30																			
13:30																			
14:30																			
15:30																			
16:30																			
17:23																			
TOTAL																			
PREV.																			
EFIC.																			
TOTAL DIA																			
EFICIÊNCIA																			
LISTO DIÁRIO (ENCAPESADO)																			

Página 1

CÓDIGO DAS OCORRÊNCIAS

CÓDIGO	OCORRÊNCIA	CÓDIGO	OCORRÊNCIA	CÓDIGO	OCORRÊNCIA	CÓDIGO	OCORRÊNCIA
1	PRODUÇÃO	110	Limpeza de Rolina	3	LOGÍSTICA	6	QUALIDADE
101	Setup	111	Revezamento horário da refeição	301	Falta de matéria prima fornecedor	601	Falta de instrumentos de medição
102	Falta de operador	112	Ginástica laboral	302	Falta de matéria prima abastecimento	602	Problemas de qualidade
103	Falta de peças da operação anterior	2	MANUTENÇÃO	303	Falta de Ordem de Produção	603	Auditoria
104	Reuniões	201	Manutenção Mecânica	304	Falta de Componente	604	Metrologia ajustando equipamento
105	Limpeza tanque de óleo	202	Manutenção Eletrônica	305	Falta de embalagem	7	RH
106	Retrabalho	203	Manutenção Preventiva	4	FERRAMENTAS	701	Treinamentos
107	Refeição	204	Falta Energia Copel	401	Falta de ferramenta	702	Falta de EPI's
108	Troca de Ferramenta	205	Falta de ar comprimido	5	DISPOSITIVOS	8	ENGENHARIA
109	Ajuste de Ferramenta	206	Falta de óleo solúvel	501	Manutenção dispositivo	801	Falta/revisão de desentros

Apêndice 3 – Tomada de Tempos e Capacidade Final

	Peças	Programação Mensal	TI				CF				FM				F2				F3				
			TM (s)	TA(s)	ITM(s)	TTA(s)	TM (s)	TA(s)	ITM(s)	TTA(s)	TM (s)	TA(s)	ITM(s)	TTA(s)	TM (s)	TA(s)	ITM(s)	TTA(s)	TM (s)	TA(s)	ITM(s)	TTA(s)	
1	Tampa cilindro 10V	760	10	15	7600	11400	12	75	9120	57000	12	15	9120	11400									
2	Tampa cilindro 3" 15V	290	10	15	2900	4350	12	72	3480	20880	12	15	3480	4350									
3	Tampa cilindro 2"	385	10	15	3850	5775	12	65	4620	25025	12	15	4620	5775									
4	Tampa cilindro 90mm	385	10	15	3850	5775	12	90	4620	34650	12	22	4620	8470									
5	Tampa cilindro 20 BP	250	10	15	2500	3750	12	65	3000	16250	12	22	3000	5500									
6	Tampa cilindro 2 1/2 25V	260	10	15	2600	3900	12	50	3120	13000	12	15	3120	3900									
7	Tampa cilindro 3 1/4 40W	200	10	15	2000	3000	12	50	2400	10000	12	15	2400	3000									
8	Tampa cilindro 4 3/4 sem suspiro	300	10	15	3000	4500	12	75	3600	22500	12	15	3600	4500									
9	Tampa cilindro 4 3/4 com suspiro	360	10	15	3600	5400	12	80	4320	28800	12	15	4320	5400									
10	Cilindro 3 1/4	300																					
11	Cilindro 2 1/2	360																					
12	Cilindro 90mm	385																					
13	Placa de válvula 2 1/2	290																					
14	Placa de válvula 3 1/4	220																					
15	Placa de válvula 4 3/4	760																					
16	Cubo 5,2	1025																					
17	Cubo 10V	380																					
18	Cubo 15 V	258																					
19	Cubo 20 TP	385																					
20	Cubo 25V	160												10	15	1600	2400	10	15	1600	2400		
21	Cubo 40/60W	200												10	15	2000	3000	10	15	2000	3000		
22	Tampa carter 6 OD	47	8	15	376	705	8	13	376	611													
23	Tampa carter 15V	258	10	35	2580	9030	8	13	2064	3354													
24	Tampa carter 20 T	385	10	35	3850	13475	8	13	3080	5005													
25	Tampa carter 25V	160	10	35	1600	5600	8	13	1280	2080													
26	Tampa carter 40/60W	200	10	35	2000	7000	8	13	1600	2600													
27	Tampa carter 40T	10	10	35	100	350	8	13	80	130													
28	Tampa retentor 25V	160	10	35	1600	5600	8	13	1280	2080													
29	Tampa retentor 40/60W	200	10	35	2000	7000	8	13	1600	2600													
30	Carter 3OD	15																10	15	150	225		
	Total	9348				96610				246565				52295			5400						5625
	Tempo Disponível					683760				683760				683760			683760						683760

