

LEANDRO DALMAS DOI

AUMENTO DE PRODUTIVIDADE EM UMA CÉLULA PRODUTIVA COM  
PROCESSO DE USINAGEM UTILIZANDO CONCEITOS LEAN

Guaratinguetá  
2015

LEANDRO DALMAS DOI

AUMENTO DE PRODUTIVIDADE EM UMA CÉLULA PRODUTIVA COM  
PROCESSO DE USINAGEM UTILIZANDO CONCEITOS LEAN

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Valério Antônio Pamplona Salomon

Guaratinguetá  
2015

Doi, Leandro Dalmas  
D657a Aumento de produtividade em uma célula produtiva com processo de usinagem utilizando conceitos Lean / Leandro Dalmas Doi – Guaratinguetá : [s.n], 2014.  
48 f. : il.  
Bibliografia : f. 48  
Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014.  
Orientador: Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon

1. Produção enxuta 2. Produtividade industrial I. Título

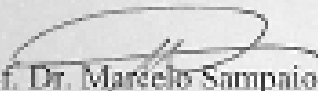
CDU 658.5

AUMENTO DE PRODUTIVIDADE EM UMA CÉLULA PRODUTIVA COM  
PROCESSO DE USINAGEM UTILIZANDO CONCEITOS LEAN

Leandro Dalmas Doi

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO  
COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA


APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO  
DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

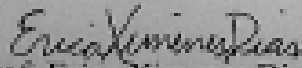
  
Prof. Dr. Marcelo Sampaio Martins  
Coordenador

Banca examinadora:



Prof. Dr. Valério Antonio Pamplona Salomon  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. Marcelo Sampaio Martins  
UNESP-FEG

  
Prof. Erica Ximenes Dias  
UNESP-FEG

Fevereiro de 2015

## **DADOS CURRICULARES**

### **LEANDRO DALMAS DOI**

NASCIMENTO 14.10.1982 – SÃO JOSÉ DOS CAMPOS / SP

FILIAÇÃO Nelson Toshio Doi  
Zenaide Dalmas Doi

2005/2014 Curso de Graduação em Engenharia Mecânica,  
na Faculdade de Engenharia do Campus de  
Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que me deu a oportunidade e saúde para adquirir conhecimentos em uma faculdade conceituada. Em segundo lugar, dedico aos meus pais e minha esposa, que sempre me apoiaram e me incentivaram em busca desta conquista.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo privilégio da vida em que me concedeu.

Agradeço por me conceder saúde, inteligência e força de vontade para lutar e superar todas as dificuldades que encontrei pelo caminho,

aos meus pais *Nelson e Zenaide*, que apesar das dificuldades enfrentadas sempre me apoiaram e incentivaram meus estudos,

à minha amada esposa *Thais*, pela compreensão dos meus estresses, abdicação de lazeres e apoio que sempre me dedicou em todos estes anos de preparação e ingresso na faculdade,

à minha amada filha *Beatriz*, que chegou após a minha conclusão das aulas presenciais onde trouxe muito amor e força para concluir as minhas pendências,

aos meus amigos de turma, que sempre me ajudaram em todas as minhas dificuldades, que tornaram esta difícil etapa de minha vida em momentos divertidos,

aos meus amigos de estrada, que ao longo de duas horas por dia, tornavam o momento de cansaço em momento de alegria,

à toda a minha família, meus amigos, em especial, minha sogra *Marina*, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial.

“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.”

Isaac Newton



DOI, L. D. **Aumento de produtividade em uma célula produtiva com processo de usinagem utilizando conceitos *Lean***. 2015. 48f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

## RESUMO

Em meio ao atual cenário competitivo mundial, a busca pelas empresas por soluções que resultem numa produção cada vez mais eficiente está se intensificando, ao mesmo tempo em que a redução e eliminação de custos se tornam cada vez mais evidentes e necessárias. Na tentativa de se obter uma melhoria da produção, este trabalho visa comparar as vantagens obtidas com a utilização dos princípios da filosofia *Lean Manufacturing* em um aumento de produtividade de uma célula de uma indústria do setor de autopeças. Para isto será estudado a história, os princípios, os conceitos e as ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing* e com isto, utilizando estes como uma ferramenta para se atingir os objetivos que se espera para uma maior competitividade e qualidade. A eficiência da filosofia de produção *Lean Manufacturing* foi comprovada através da aplicação do conceito no processo em que foi melhorado dentro de uma indústria de autopeças. Por fim, as análises comparativas mostraram vantagens obtidas com a utilização da ferramenta do *Lean Manufacture* chamada VSM, *Value Stream Map*, que traduz o “Mapa de Fluxo de Valor” de uma determinada família de peças, assim como a identificação, minimização e eliminação de desperdícios identificados.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lean*. Produção enxuta. Sistema Toyota de Produção. Melhoria.

DOI, L. D. **Increased productivity in a production cell with machining process using Lean concepts.** 2015. 48f. Graduation Word (Graduation in Mechanical Engineering) — Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

### **ABSTRACT**

In the current competitive and global scenario, companies in search for solutions that become the production every time more efficient is increasing and at the same time cost reductions and cost eliminations are becoming increasingly evident and needed. In an attempt to improve production, this work aims to compare benefits obtained using principles of philosophy “Lean Manufacturing” in an productivity growth of a cell from an auto parts sector industry. For that purpose it will be studied the history, the concepts and the tools of philosophy “Lean Manufacturing”, thus using the as a business-strategic tool to accomplish goals that the company expects to get greater competitiveness and quality. The efficiency of philosophy “Lean Manufacturing” was already confirmed through applying the concepts in the process which has been improved inside an auto parts sector industry. At last, comparative analyzes showed benefits obtained with the use of “Lean Manufacture tool called VSM, “Value Stream Map”, which translates the Value Stream Map of a particular family of parts as the identification, minimization and elimination of waste identified.

**KEYWORDS:** Lean Manufacturing. Toyota System Production. Improvement.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O processo de melhoria.....	21
Figura 2 - Figuras representativas utilizadas no VSM .....	24
Figura 3 - A casa do STP .....	26
Figura 4 - Ilustração do sistema de comando de injeção eletrônica .....	28
Figura 5 - Fluxograma dos processos “coletor de combustível” .....	30
Figura 6 - <i>VSM</i> coletor anterior a ações .....	32
Figura 7 - Fotografia do dispositivo de gravação PN.....	36
Figura 8 - Fotografia das peças segregadas abaixo da bancada .....	37
Figura 9 - Fotografia da caixa com conceito “boca de lobo” .....	37
Figura 10 - Fotografia da organização atrás da máquina.....	38
Figura 11 - Fotografia da organização dos dispositivos de controle .....	39
Figura 12 - Fotografia do suporte para escorrer óleo refrigerante.....	39
Figura 13 - Fotografia da fiação da máquina no meio da passagem .....	40
Figura 14 - Fotografia da organização dos utensílios de limpeza .....	40
Figura 15 - Diagrama causa – efeito / Ishikawa .....	41
Figura 16 - Projeto para inserção de cabeçote Madaula.....	42
Figura 17 - <i>VSM</i> coletor após as ações .....	44

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

JIT – *Just-in-time*

STP – Sistema Toyota de Produção

MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor

PN – *Part Number*

VSM – *Value Stream Map*

WIP – *Work in Process*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1	OBJETIVO .....	12
1.2	JUSTIFICATIVA .....	13
1.3	METODOLOGIA DE PESQUISA .....	14
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEORICA</b> .....	15
2.1.1	História e características do <i>Lean</i> .....	15
2.1.2	Lean Manufacturing e seus princípios.....	17
2.1.2.1	Especificar o valor.....	17
2.1.2.2	Identificação do fluxo de valor.....	18
2.1.2.3	Fluxo.....	18
2.1.2.4	Puxar.....	19
2.1.2.5	Perfeição .....	20
2.1.3	Os desperdícios da produção .....	21
2.1.4	Mapeamento de Fluxo de Valor .....	22
2.1.5	Cultura 5S.....	25
2.1.6	Casa do Sistema Toyota de Produção .....	25
<b>3</b>	<b>PESQUISA-AÇÃO</b> .....	27
3.1	A EMPRESA.....	27
3.2	OS PROCESSOS .....	28
3.3	MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – ANTERIOR AS AÇÕES .....	31
3.4	DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS .....	33
3.4.1	Desperdícios .....	33
3.4.1.1	Identificação do código da peça .....	33
3.4.1.2	Riscos de mistura de peças.....	34
3.4.1.3	Excesso de materiais .....	34
3.4.1.4	Organização.....	34
3.4.1.5	Setups .....	35
3.4.1.6	Braço Mecânico Livre - Processos manuais.....	35
3.5	PLANO DE AÇÃO .....	36
3.5.1	Unificação de operação .....	36
3.5.2	Segregação com “boca de lobo” .....	37
3.5.3	Organização e Limpeza .....	38
3.5.4	Redução de WIP / Setups / Processos Manuais .....	41
3.6	MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – ESTADO FUTURO.....	43
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	46
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48

# 1 INTRODUÇÃO

Com o atual cenário da economia mundial, a margem de lucro desejada em produtos industriais não é mais simples como no passado. No passado, para o fornecimento de determinado produto, a empresa responsável pela fabricação definiria o valor do produto da seguinte maneira: calculava-se o custo fixo e variável para a confecção do produto, acrescentava-se a margem de lucro definidas pela empresa e estabelecia o seu preço final. Nos dias atuais, o cliente define o preço esperado pelo fornecedor. Como toda empresa privada visa lucros para os acionistas / empresários, assim, justificando um retorno dos investimentos realizado por eles, a única maneira para conseguir a margem de lucro esperada e não perder o produto para os concorrentes é melhorar o seu processo de fabricação reduzindo os custos envolvidos em seus processos.

Para conseguirmos esta redução de custos envolvidos no processo de fabricação, deveremos aumentar a produtividade, ou seja, produzir mais produtos no mesmo período de tempo disponível. Para isso, podemos reduzir desperdícios de tempo, como movimentações desnecessárias, tempo de setup, tempo de produto parado aguardando próxima etapa ou até mesmo reduzir estoques intermediários e refugos de processo.

Desta forma, para a “sobrevivência” das empresas no atual cenário, torna-se cada vez mais importante a busca de diferencial em relação aos produtos concorrentes e a melhoria da eficiência de seus processos.

Este trabalho irá discutir como as indústrias podem obter estes diferenciais em seus produtos e melhorar os seus processos através da utilização dos princípios e ferramentas da filosofia de produção *Lean Manufacturing*.

## 1.1 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é comparar as vantagens da aplicação da filosofia de produção *Lean Manufacturing*, com a utilização de algumas ferramentas desenvolvidas pelo sistema Lean aplicado a uma célula de processo, com foco nos processos de usinagem, para a produção de peças chamados de “coletor de combustível” utilizados em caminhões.

O trabalho também será utilizado para demonstrar os ganhos na produtividade através de comparações dos resultados da condição anterior com a condição do processo após as ações aplicadas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica na necessidade de estar “pronto” para crescimento de demanda com o menor custo possível, buscando preços de venda competitivos com maximização da margem de lucro. Para conseguirmos atender um crescimento de demanda, precisamos conhecer nossos gargalos de produção, medi-los e balancear nosso processo para buscarmos um melhor tempo de fabricação. Portanto, com este estudo buscaremos a justificativa através de:

- Conhecimento dos princípios *Lean Manufacturing*;
- Conhecimento e melhoria do nosso processo;
- Conhecimento para Balancear um processo de produção;
- Vantagens competitivas;

Conforme mencionado por SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON (2002), mesmo a melhor das operações produtivas precisará melhorar porque os concorrentes também estarão fazendo melhorias.

Hoje, no mundo da produção automotiva, empresas e países buscam adotar o sistema da Produção Enxuta como forma de sobreviver na competição global conforme WOMACK; JONES (2004).

Este Sistema é caracterizado pelos lotes de produção pequenos, trabalhadores multifuncionais e extrema preocupação com a qualidade dos produtos em todas as suas etapas de processo. Para tal, foi desenvolvida uma ferramenta conhecida como Just in time (JIT).

O JIT é uma abordagem disciplinada, com uma coleção de ferramentas e técnicas que representam formas para o combate e a eliminação do desperdício. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do usuário. Ele é

alcançado por meio da aplicação de elementos que requerem um envolvimento em equipe, conforme SLACK; CHAMBERS & JOHNSTON (2002).

### 1.3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho possui caráter exploratório buscando na literatura a metodologia *Lean* em busca de melhorias para um processo industrial. Trata-se de uma pesquisa de campo, que possui procedimentos técnicos, bibliográficos e documentais.

Tem como objetivo proporcionar maior entendimento da influência destas ferramentas dentro de um processo fabril.

Pode-se, também, afirmar que esta monografia tem caráter explicativo, pois busca analisar, registrar e interpretar os fatos e fenômenos ocorridos para, assim, identificar soluções para implementações de melhorias. Portanto, este trabalho é baseado em experiências práticas com abordagem quantitativa e qualitativa.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 2 serão levantados o embasamento teórico para os conceitos utilizados neste trabalho, onde nos indicará algumas, definições, ferramentas e técnicas fundamentais do Sistema Toyota de Produção.

No capítulo 3 está a parte experimental desta pesquisa. É apresentado o processo que iniciamos como piloto, o mapa do fluxo de valor antes das ações, a identificação dos desperdícios, as ações de melhorias para eliminar / minimizar os desperdícios e o mapa do fluxo de valor após as ações.

No capítulo 4 estarão as considerações finais deste trabalho, contendo as considerações gerais, conclusão e proposta para futuras melhorias.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

### 2.1 LEAN MANUFACTURING

#### 2.1.1 História e características do *Lean*

O *Lean Manufacturing* descreve o conjunto de princípios e técnicas de gerenciamento da produção desenvolvidas da segunda metade do século XX pela fábrica da Toyota no Japão. Além do termo *Lean Manufacturing* existem outros termos que também são utilizados para caracterizar a filosofia de produção, tais como “produção enxuta”, “STP” (Sistema Toyota de Produção) “JIT” (Just in Time) e “Kanban”. Segundo SAURIN e FERREIRA (2008) a razão para existirem tantos nomes para descrevê-la é o fato de que o *Lean* se originou empiricamente a partir da experiência na indústria, resultando em uma falta de consenso até os dias de hoje. A constante evolução e assim como sua disseminação em vários ramos da indústria e em empresas prestadoras de serviços é também apontado por SAURIN e FERREIRA (2008), como causadora da falta de consenso e gerador de empecilhos na adaptação dos conceitos.

SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2002), que considera manufatura enxuta como um dos termos para descrever a abordagem Just-in-Time (JIT), define três razões-chave que distinguem a filosofia enxuta dos outros conceitos utilizados para o aprimoramento do desempenho das empresas. Elas são a eliminação de desperdícios, o envolvimento dos funcionários na produção e o esforço da melhoria contínua.

O termo *Lean Manufacturing* surgiu em 1990 inventado por James P. Womack para descrever a maneira de trabalhar da Toyota, segundo CORRÊA E CORRÊA (2004), tornando-se mais popular no meio acadêmico e industrial depois do lançamento do livro “A máquina que mudou o mundo”. A criação do termo “*Lean Manufacturing*” se deve ao fato para que a filosofia não ficasse conhecida como STP e restringisse a indústria automobilística e caso utilizássemos os termos JIT e Kambam poderiam criar confusão de entendimento, pois se tratam apenas de ferramentas utilizadas por esta filosofia, segundo SHINGO (1996).

De acordo com WOMACK e JONES (2004) e SHINGO (1996) o responsável pela definição e implementação dos princípios e técnicas dentro da fábrica da Toyota foi o Sr. Taiichi Ohno, ex-diretor de operações. Ainda definiu este Sr. Taiichi Ohno como sendo o mais feroz crítico do desperdício que a história humana já conheceu, segundo WOMACK e JONES (2004).

Existe muita semelhança entre as características do *Lean Manufacturing* com outras filosofias de produção japonesa, onde segundo AMATO NETO (1998), as filosofias de produção japonesas têm uma forte ligação com o aspecto social, econômico e político que o Japão viveu após a II Guerra Mundial. Dentro destas questões destacam-se aspectos como o emprego vitalício, o sistema de salários seniores, sindicalismo corporativo, recrutamento e promoção e carreira. Estes pontos que AMATO NETO (1998) coloca como possíveis ressalvas a adaptação das filosofias de produção japonesas em outros países.

Segundo CONTADOR (1998) outro personagem de fundamental importância foi Edwards Deming, estatístico e consultor norte-americano que, em 1950 apresentou aos japoneses o conceito de qualidade e produtividade. Em suas palestras no Japanese Union of Science and Engineering, apoiada pelo Comando Supremo das Potências Aliadas e conhecido como Plano Marshall, tendo como objetivos auxiliar os países derrotados na II Guerra Mundial e torná-los aliados ao capitalismo norte-americano, Deming alertava que a única maneira do Japão conseguir estabelecer uma economia forte era através da exportação de seus produtos para outros países. Porém, nesta época os japoneses não possuíam produtos de qualidade, sendo necessário um investimento em tecnologias que aumentariam a produtividade e qualidade dos seus produtos.

Dentro deste contexto histórico aliado a estes fatores citados, surgiu o Sistema Toyota de Produção com sua filosofia e ferramentas e posteriormente denominado como *Lean Manufacturing*.

O combate ao desperdício é a principal característica desta filosofia, onde iremos definir melhor adiante neste capítulo, e com isto busca-se sempre fazer mais com menos (menos tempo, menos espaço, menos equipamentos, menos esforço humano) e ao mesmo tempo atender aos clientes com mais exatidão, segundo WOMACK e JONES (2004).

Conforme Figueiredo, a abordagem Lean é definida assim:

“O termo enxuto, como tradução de “lean”, surgiu na literatura de negócios para adjetivar o Sistema Toyota de fabricação. Tal sistema era lean por uma série de razões: requeria menos esforço humano para projetar e produzir os veículos, necessitava menos investimento por unidade de capacidade de produção, trabalhava com menos fornecedores, operava com menos peças em estoque em cada etapa do processo produtivo, registrava um menor número de defeitos, o número de acidentes de trabalho era menor e demonstrava significativas reduções de tempo entre o conceito de produto e seu lançamento em escala comercial, entre o pedido feito pelo cliente e a entrega e entre a identificação de problemas e a resolução dos mesmos”. (FIGUEIREDO, 2006, p.1)

## 2.1.2 Lean Manufacturing e seus princípios

A implantação da filosofia *Lean* dentro de qualquer empresa não é uma tarefa simples que se terá sucesso facilmente. Como se tratam de princípios, uma boa implementação com boa adesão de todos dependerá de uma mudança de cultura já instalada na empresa e um claro entendimento nos princípios básicos que a norteia. O que significa que mesmo com o domínio de algumas ferramentas da filosofia, existem grandes possibilidades de se encontrar o fracasso na implantação do *Lean* caso os seus princípios não estejam completamente entendidos, segundo SHINGO (1996). Contudo, nesta seção serão explorados os princípios da filosofia *Lean* necessários para entendimento.

O pensamento *Lean* está relacionado a forma de especificar o valor do produto, ao alinhamento da melhor sequência das ações que geram o valor, de tal forma que o conjunto das atividades relacionadas sejam interrompidas todas as vezes que forem solicitadas e sempre buscar a melhoria para se tornar mais eficaz, resultando em fazer cada vez mais com os mesmos recursos ou reduzindo-os. Assim, segundo WOLMACK e JONES (2004), a filosofia *Lean* está baseada em cinco princípios:

- Especificar o Valor;
- Identificação do Fluxo de Valor;
- Fluxo;
- Puxar;
- Perfeição.

### 2.1.2.1 Especificar o valor

O ponto de partida para a Mentalidade Enxuta consiste em definir o que é Valor. Diferente do que muitos pensam, não é a empresa e sim o cliente que define o que é valor. Para ele, a necessidade gera o valor e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico para manter a empresa no negócio e aumentar os lucros via melhoria contínua dos processos, reduzindo os custos e melhorando a qualidade (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2014, [http://www.lean.org.br/5\\_principios.aspx](http://www.lean.org.br/5_principios.aspx)).

De acordo com WOLMACK e JONES (2004) tudo que é feito pela fábrica o cliente deve enxergar como sendo necessário ao seu produto, caso contrário será considerado como um desperdício, ou seja, não está agregando valor ao produto. Para ficar mais claro, é considerado “desperdício” tudo aquilo que é realizado na composição de um produto ou processo que não

é percebido pelo cliente considerando suas expectativas, necessidades e desejos. Mais adiante, será melhor especificados os principais desperdícios definidos pela filosofia.

Na filosofia *Lean*, ainda segundo WOLMACK e JONES (2004), especificar o valor se torna a primeira atividade a ser feita ao se pensar em um produto ou processo sendo definido sob o ponto de vista do cliente. Onde no conjunto das análises são ignoradas questões como tecnologias e modelos já existentes e sim o foco no que o cliente reconhece como agregação de valor e o que está disposto a pagar por isto.

### 2.1.2.2 Identificação do fluxo de valor

Significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade e, por fim, aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados imediatamente. Apesar de continuamente olharem para sua cadeia produtiva, as empresas continuam a focalizar em reduções de custos não acompanhadas pelo exame da geração de valor, pois olham apenas para números e indicadores, no curto prazo, ignorando os processos reais de fornecedores e revendedores. As empresas devem olhar para todo o processo, desde a criação do produto até a venda final (e, por vezes, inclusive a pós-venda) (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2014, [http://www.lean.org.br/5\\_principos.aspx](http://www.lean.org.br/5_principos.aspx)).

De certa maneira se torna muito simples a identificação do que agrega ou não valor no processo atual para fabricar um produto, serviço ou projeto sob o ponto de vista do cliente uma vez que já foi definido o valor na etapa inicial, de acordo com WOLMACK e JONES (2004).

Um dos principais métodos para a identificação do fluxo de valor é o mapeamento do fluxo de valor (MFV) ou *Value Stream Map* (VSM) como também é conhecido entre acadêmicos e profissionais da indústria, que será melhor detalhada nas próximas seções.

### 2.1.2.3 Fluxo

A seguir, deve-se dar "fluidez" para os processos e atividades que restaram. Isso exige uma mudança na mentalidade das pessoas. Elas têm de deixar de lado a ideia que têm de produção por departamentos como a melhor alternativa. Constituir Fluxo Contínuo com as etapas restantes é uma tarefa difícil do processo. É também a mais estimulante. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em estoques. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá ao produto uma "atualidade": a empresa pode atender a necessidade dos clientes quase que instantaneamente (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2014, [http://www.lean.org.br/5\\_principos.aspx](http://www.lean.org.br/5_principos.aspx)).

O fluxo contínuo de uma única peça, ou seja, inicia a sua primeira etapa do seu processo de produção e só é “parado” após a peça estar completamente pronta para ser entregue ao cliente com todas suas etapas encadeadas, é o objetivo final segundo SHINGO (1996).

Para uma produção de fluxo contínuo é necessário a conversão das linhas tradicionais de fabricação e montagem, onde é encontrado normalmente muitos arranjos / agrupamentos de máquinas ou processos por similaridade de equipamentos, para sistema de células de manufatura nos quais os recursos são agrupados de acordo com os processos necessários para a fabricação de uma família de produtos.

#### 2.1.2.4 Puxar

Isso permite inverter o fluxo produtivo: as empresas não mais empurram os produtos para o consumidor (desovando estoques) através de descontos e promoções. O consumidor passa a puxar o fluxo de valor, reduzindo a necessidade de estoques e valorizando o produto. Sempre que não se consegue estabelecer o fluxo contínuo, conectam-se os processos através de sistemas puxados (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2014, [http://www.lean.org.br/5\\_principos.aspx](http://www.lean.org.br/5_principos.aspx)).

A característica de estoque zero é inserido na filosofia através deste princípio, pois não deve haver produção se não houver pedidos, o que conseqüentemente, eliminará peças em estoque. O *Kanban* é uma das principais ferramentas do *Lean Manufacturing* e muito utilizado para seguir este princípio.

Segundo SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2002) a palavra *Kanban* é uma palavra japonesa que pode significar cartão ou sinal e trata-se de um método para operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado. Esta ferramenta que ajuda a conectar etapas do processo que não possa haver o fluxo contínuo de uma única peça, ou seja, onde foi necessária a interrupção do fluxo contínuo, ela faz com que exista o estoque, porém a necessidade gerada é de acordo com a demanda do cliente.

Ainda seguindo SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2002), existem diferentes tipos de *Kanban*:

- De movimentação ou transporte, que é utilizado para alertar o estágio anterior que o material pode ser transferido conforme destinação específica.
- De produção, que será utilizado como um sinal permitindo o início de um processo produtivo para que o item seja repostado em seu estoque.

- De fornecedor, que é utilizado para avisar o fornecedor a necessidade de enviar o material ou componentes para um estágio de produção.

Em resumo, trata-se de um método para sinalizar os estágios envolvidos para que seja iniciado um processo de acordo com a demanda dos clientes, tanto como cliente interno (processos posteriores) como cliente externo.

### 2.1.2.5 Perfeição

Perfeição, quinto e último passo da Mentalidade Enxuta, deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor. A busca do aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa, em processos transparentes onde todos os membros da cadeia (montadores, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de criar valor (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2014, [http://www.lean.org.br/5\\_principos.aspx](http://www.lean.org.br/5_principos.aspx)).

Neste último princípio busca sempre a melhoria das atividades onde independente do número de vezes que um processo é melhorado sempre existirá novas formas de melhorar, reduzindo esforço, tempo, espaço e erros. Segundo CORRÊA E CORRÊA (2004) é impossível que uma empresa permaneça competitiva sem buscar novas formas de executar os seus processos.

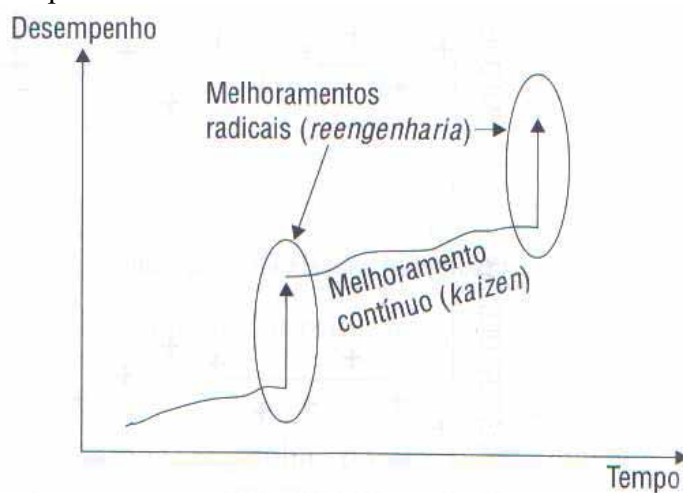
Ainda de acordo com CORRÊA E CORRÊA (2004) existem dois tipos de melhoria contínua que podem ser aplicadas aos processos: *kaizen*, nome japonês, que é a melhoria incremental, e *kaikaku*, também do nome japonês, que é a melhoria radical.

O *kaizen* é caracterizada pelo envolvimento de todos aqueles trabalhadores que são afetados com o resultado do processo que está sendo melhorado, conforme CORRÊA E CORRÊA (2004) e AMATO NETO (1998). A condução de um *Kaizen* poderá ser realizada de muitas formas com inúmeros objetivos, porém o princípio desta ferramenta é o grande envolvimento de toda a equipe, com sugestões, análises, propostas e implementações das melhorias. Em um *Kaizen* geralmente se propõe mudanças nos processos, fluxo de trabalho, arranjos físicos, métodos e divisões de trabalho e em equipamentos e instalações, não sendo necessário ficar somente nestes.

Já o *kaikaku* ou reengenharia, visa o redesenho dos processos para obtenção de resultados mais significativos a um curto período de tempo, conforme CORRÊA E CORRÊA (2004) e WOMACK e JONES (2004).

De acordo CORRÊA E CORRÊA (2004) é importante que entre duas melhorias radicais haja melhorias incrementais, para que se possa garantir um máximo de retorno possível para o novo processo e para que os *kaizens* esgotem as possibilidades antes de uma reengenharia, como mostra a Figura abaixo, e comumente o custo de vários *kaizens* é inferior a um custo de reengenharia.

Figura 1 - O processo de melhoria.



Fonte: (CORRÊA e CORRÊA, 2004).

### 2.1.3 Os desperdícios da produção

Um dos princípios básicos do *Lean Manufacture* é a eliminação dos desperdícios ou também pelo nome *muda*, nome japonês com significado de “desperdício”, sendo que a sua definição por SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2002) é toda a atividade que não agrega valor. Para melhorar o seu processo, a abordagem da produção enxuta propõe que se conheça e entenda quais são os desperdícios existentes em quase todos os processos convencionais. Ainda de acordo com SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON (2002), os sete tipos de desperdícios classificados no sistema Lean são:

- Superprodução: uma das fontes de maior desperdício, onde produz se mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo.

- Tempo de Espera: largamente relacionado a eficiência de mão de obra e máquina, que trata-se do tempo de espera da mão de obra, máquina ou ambos para que entre em processo para agregar valor ao produto.
- Transporte: está relacionado a movimentação de materiais dentro da fábrica, onde o produto realiza movimentações de etapas de produção, de um lugar para o outro, no qual uma aproximação de estágios de processos, aprimoramentos de métodos de transporte e organização do local pode minimizar este desperdício.
- Processo: no próprio processo pode haver operações oriundas de um projeto ruim de componentes ou até mesmo por uma falta de manutenção, podendo ser eliminadas.
- Estoque: na filosofia *Lean Manufacture*, todo estoque é alvo para ser eliminado, mas para tanto, é necessário a atuação na sua causa.
- Movimentação: este está relacionado a movimentos desnecessários do operador, sem agregar valor ao produto. A simplificação do trabalho é uma rica fonte para a eliminação deste desperdício.
- Defeito: relacionado a produção de um produto ruim que afeta diretamente no custo de produção, sendo assim, deve ser considerado uma oportunidade direta de melhorias, reduzindo refugos e aumentando a utilização de recursos para a produção de um produto “bom”.

#### 2.1.4 Mapeamento de Fluxo de Valor

O mapeamento do fluxo de valor consta basicamente de fluxogramas indicando o fluxo de materiais, de informações, e de pessoas e processos, com o objetivo de otimizar processos, eliminar ou minimizar os desperdícios e assim reduzir os tempos de produção.

Segundo TOSTA, OLIVEIRA e SOUZA (2009), é a técnica de mapeamento comumente utilizada para o desenho do estado atual da empresa e o planejamento futuro para a implantação do *Lean*, que consiste em uma técnica para visualização do processo produtivo como um todo, representando tanto o fluxo de material como o de informação, auxiliando na melhoria de desempenho do processo produtivo por meio da identificação dos desperdícios e suas fontes.

De acordo com ROTHER E SHOOK (2003), os objetivos desta metodologia são:



- visualizar o fluxo e não somente partes individuais;
- identificar desperdícios;
- fornecer linguagem comum para os processos de manufatura;
- evidenciar a necessidade de decisões evitando omissões;
- conceituar técnicas enxutas (otimizadas);
- formar uma base de plano de implementação;
- relacionar o fluxo de informação e o fluxo de materiais;
- relacionar ferramentas quantitativas com ferramentas qualitativas.

Para a utilização desta ferramenta, é necessário com a familiarização de algumas terminologias e também das figuras representativas utilizadas, conforme Figura 2:

- *Takt-Time*

Segundo ROTHER E SHOOK (2003), é a frequência que deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender a demanda do cliente, que é o resultado do cálculo da divisão do tempo total disponível de produção, por turno, pela necessidade do cliente, ambas no mesmo período envolvido.

- *Lead-time*

Representa o tempo total necessário que o produto percorre todos os seus processos e seja finalizado, desde sua etapa inicial como matéria prima até o produto acabado entregue para o cliente.

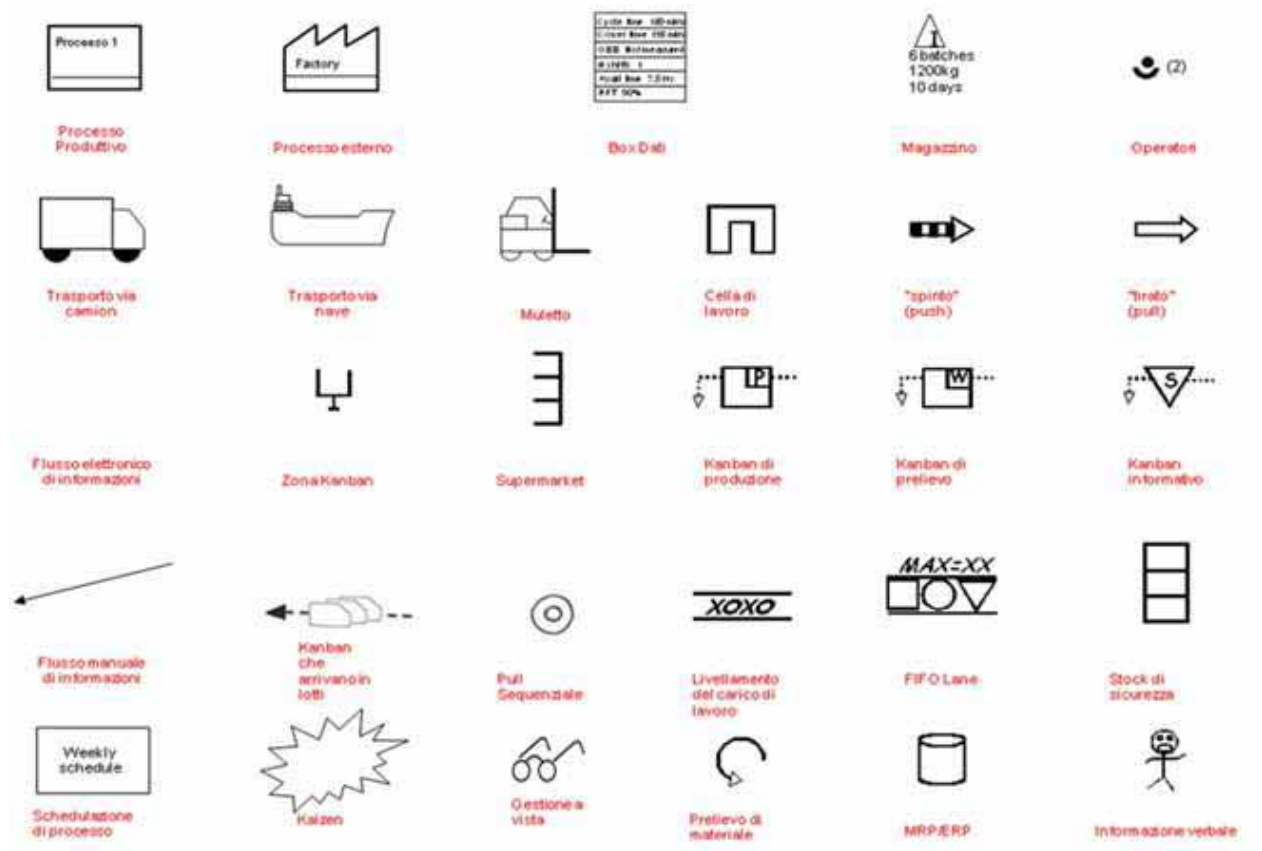
- Tempo de Ciclo

Representa o tempo consumido na produção de uma peça em um dado processo.

- Tempo de troca / setup

Representa o tempo necessário para alteração na produção entre produtos distintos. É mensurado a partir da última peça do ciclo finalizado e a primeira peça satisfatória do próximo ciclo.

Figura 2 - Figuras representativas utilizadas no VSM



Fonte: (LEAN COMPANY, 2014 - <http://www.valuestreammapping.it>).

De acordo com ROTHER E SHOOK (2003), são apresentados dentro de uma linha produtiva três elementos fundamentais em fluxo.

- a) material, que é o fluxo de fácil identificação;
- b) informação, que é essencial para o controle do processo;
- c) pessoas e processos;

Para a realização do mapa de fluxo de valor para o cenário atual, as seguintes etapas devem ser estabelecidas e seguidas:

- a) classificação do cenário atual de produção com esquemas representando o fluxo de informação e de material.
- b) percorrer a produção seguindo o caminho contrário, realizando uma análise prévia e posteriormente uma análise com um detalhamento maior.
- c) cronometragem dos processos, e assim realizar o mapeamento do fluxo, individualmente, de forma manual e esquemática.

### 2.1.5 Cultura 5S

O nome 5S vem das 5 palavras de origem japonesa, todas iniciadas com a letra S, que são: *Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu e Shitsuke*, que representam os fundamentos para que chegue aos objetivos principais de sua aplicação.

É uma ferramenta sistemática para organizar e padronizar o local de trabalho. Tem sua base em seus 5 sentidos: Senso de Utilização, de Ordenação, de Limpeza, de Padronização, de Auto Disciplina, que refletem uma mudança comportamental. Através destes sentidos aplicados, estes ajudam na aplicação de todas as outras ferramentas da produção enxuta. Esta ferramenta aumenta a produtividade e reduz o desgaste físico, uma vez que se passa menos tempo procurando ferramentas ou necessidades surgidas, além de se utilizar apenas o necessário e o que for mais apropriado para aquele trabalho.

A aplicação desta ferramenta nos ajuda a melhor visualizar os desperdícios ocorrentes nos processos e muitas vezes com ações rápidas e de baixo custo é possível minimizar ou até mesmo eliminar os desperdícios como, defeitos, espera, movimentação, excesso de produção, transporte, processamento desnecessário e estoques.

### 2.1.6 Casa do Sistema Toyota de Produção

Para poder explicar o Sistema Toyota de Produção aos funcionários e fornecedores, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda criaram o gráfico “Casa da Toyota”. A sua idéia central é a de mostrar em seu interior uma cultura de melhoria contínua. Eles escolheram o formato de uma casa, como mostra a Figura 3, pois era algo familiar e também transmitia estabilidade. Abaixo estão descritas, de maneira resumida, o que representa cada parte da casa:

O teto: contém as metas primárias do STP, que é qualidade superior, redução do custo e do prazo de entrega através da eliminação de desperdício.

Figura 3 - A casa do STP



fonte: (DAVID, 2010 - <https://davidkond.wordpress.com/2010/06/28/casastp>).

**Estabilidade:** é a base do STP, é a estabilidade operacional, onde o ambiente operacional possui certa previsibilidade e confiabilidade. Ferramentas são utilizadas para buscar o nivelamento, o padrão de trabalho, a programação da produção e confiabilidade das máquinas.

**Just-in-time:** um dos pilares do STP, onde busca produzir o necessário, quando necessário e na quantidade necessária. O JIT é formado por 3 elementos operacionais, o sistema puxado, o tempo takt e o fluxo contínuo.

**Jidoka:** outro pilar do STP, nome japonês com significado automação, busca fornecer as máquinas e operadores autonomia de detectar o problema e interromper o trabalho e sinalizar. Os três conceitos bases para isto são separação entre homem e máquina, operador multifuncional e inspeção autônoma.

### 3 PESQUISA-AÇÃO

#### 3.1 A EMPRESA

A empresa em que foi realizado o estudo trata-se de uma metalúrgica que possui atuação em vários segmentos como, energia, construção civil, indústria e transporte. Ela é de capital nacional familiar, onde atua a 25 anos no mercado, tendo como principais clientes: Scania, Volvo, Mercedes Benz, International, Volkswagen, Atlas Schindler, Otis e Parker. Ela possui inúmeros processos industriais que pode fornecer desde uma simples barra de perfil até a perfis de alumínio que passam por outras etapas de processos como: estampados, usinados, conformados, soldados e montados com outros componentes.

A filosofia Lean está em sua fase inicial, onde primeiramente está fundamentada com a orientação e coordenação com orientadores de um cliente – Scania, onde este já possui uma filosofia bem disseminada em sua produção.

A necessidade gerada pela Scania foi devido ao seu estágio bem avançado dos conceitos *Lean* e uma enorme necessidade de estender estes conceitos para toda a sua cadeia produtiva, entendendo-se que desta maneira conseguirá uma sustentabilidade em seus negócios com grande potencial de ganho em Qualidade do produto recebido por eles e de redução de preços praticados pelos Fornecedores.

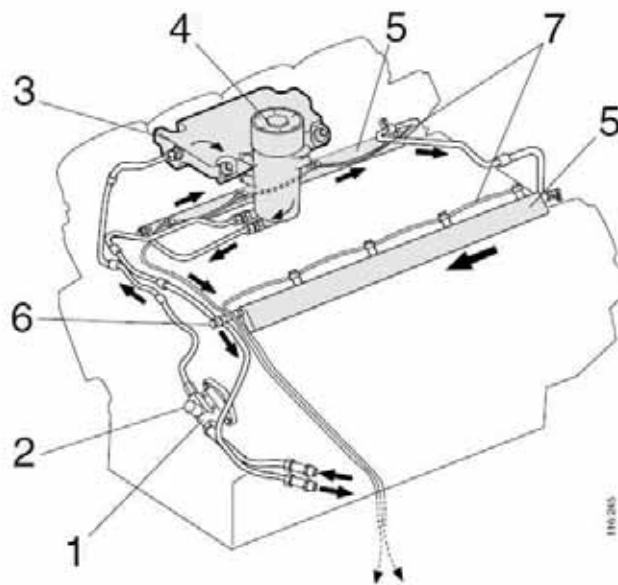
Para implementar os conceitos *Lean* com a coordenação, orientação e treinamento da Scania, foi necessário um acordo demandado a partir dos autos executivos tanto da Scania como da empresa em que foi realizado o estudo.

Este programa inicial consiste em selecionar um produto que represente um bom valor agregado para a Scania, ou seja, um produto que possua uma quantidade significativa e com um custo considerável, onde também se considera os efeitos de uma má Qualidade poderia gerar nos caminhões em que o utilizasse. Após esta escolha, aplica-se treinamentos de fundamentos das ferramentas a serem utilizadas nesta célula, onde todos os envolvidos participam. Em seguida ao treinamento, todos vão até a célula escolhida e começa o levantamento de informações para conhecer todas as etapas do processo.

Este programa é considerado um projeto piloto, onde são aplicados os conceitos *Lean* e são analisados os ganhos pelas ações implementadas. Através destes resultados, a empresa fica incumbida de disseminar os conceitos para demais áreas e processos nela existentes.

O produto escolhido “coletor de combustível” faz parte de um sistema de comando de injeção eletrônico, no qual pode ser utilizado um ou dois coletores que depende da cilindragem, onde todo o sistema compreende das seguintes peças: reservatório de combustível, tubulações, uma bomba de alimentação, uma bomba manual, uma unidade eletrônica, um radiador da unidade de comando, um filtro de combustível, uma válvula de alívio e uma unidade de injeção por cilindro. Este produto parte de um perfil extrudado passando por processos de usinagem e montagem de componentes.

Figura 4 - Ilustração do sistema de comando de injeção eletrônica



Fonte: (SCANIA, 2010 - Sistema de combustível com unidade de injeção – Descrição de Funcionamento, edição 3). Indicações por: 1- Uma bomba de alimentação; 2- Uma bomba manual; 3- Uma unidade eletrônica e um radiador da unidade de comando; 4- Um filtro de combustível; 5- Dois coletores de combustível; 6- Uma válvula de alívio,e; 7 Uma unidade de injeção

### 3.2 OS PROCESSOS

Como vimos anteriormente, o produto coletor de combustível é utilizado em um sistema muito importante e fundamental para o bom funcionamento do motor. Além do bom funcionamento e apesar de não ser caracterizado por um produto de criticidade de segurança, ou seja, um item de segurança do caminhão como, por exemplo, itens relacionado a frenagem ou até mesmo um cinto de segurança, ele é muito crítico, pois caso alguma especificação não

seja atendida ele poderá gerar vazamentos de combustível e comprometer com a segurança do veículo, onde através de um possível vazamento existe a probabilidade de ocasionar chamas caso tenha contato com o motor em altas temperaturas. Devido a isso, todo o controle e cuidados com as especificações são essenciais.

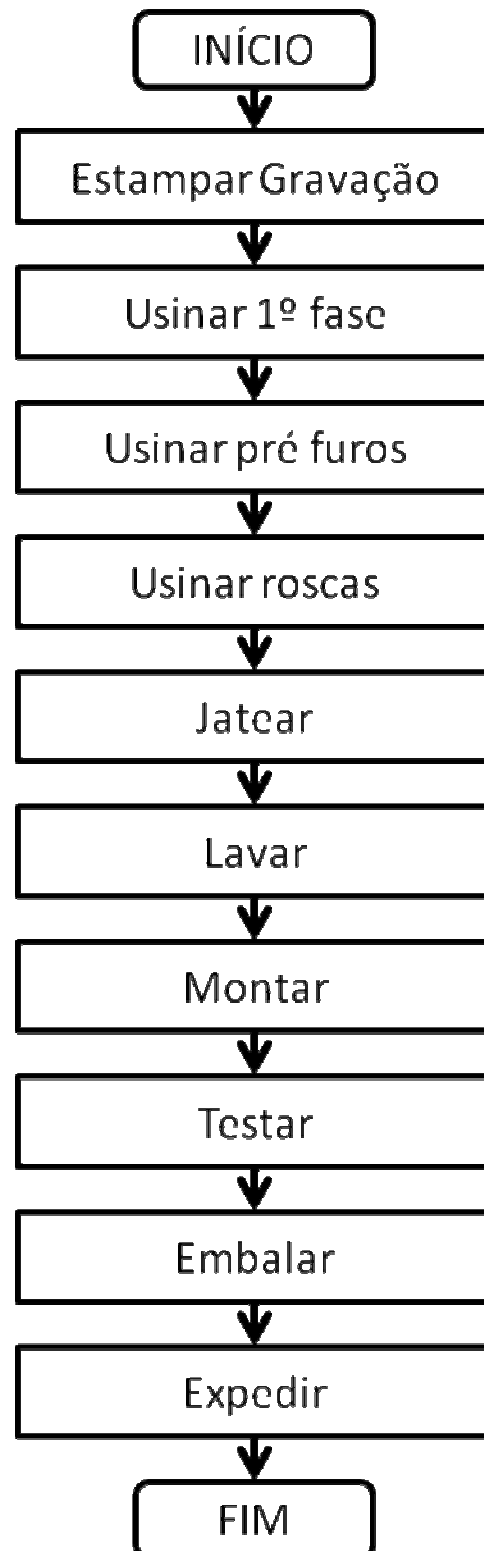
Para entendermos melhor o produto, segue abaixo o resumo das especificações contidas na fabricação deste produto:

- Gravar o código do produto;
- Usinar referências de desenho, furos, roscas e rebaixas;
- Usinar as roscas laterais;
- Garantir isenção de nenhuma partícula de alumínio no interior das câmaras;
- Lavar a peça para garantir a especificação de limpeza;
- Montar os bujões nas roscas laterais, e;
- Inspeccionar se existe vazamento através dos bujões.

Para melhor entendimento do Mapeamento do fluxo de valor, iremos mostrar na Figura 5 as etapas do processo através de um fluxograma. Nela estão descritas as operações com a partida da matéria prima “perfil de alumínio” e as transformações nela sofridas.

Com as etapas dos processos descritas, foi possível ir até os processos mencionados e acompanhar como de fato ocorre a transformação, levantando as informações com os operadores, tomada dos tempos de cada processo e desperdícios ocorrentes.

Figura 5 - Fluxograma dos processos “coletor de combustível”



Fonte: (Arquivo de aprovação de PPAP da empresa).



### 3.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – ANTERIOR AS AÇÕES

Conforme visualizado no fluxograma e utilizado como base, as operações foram mapeadas e o resultado está expresso na Figura 6.

O fluxo de valor do estado anterior pode ser resumido da seguinte forma:

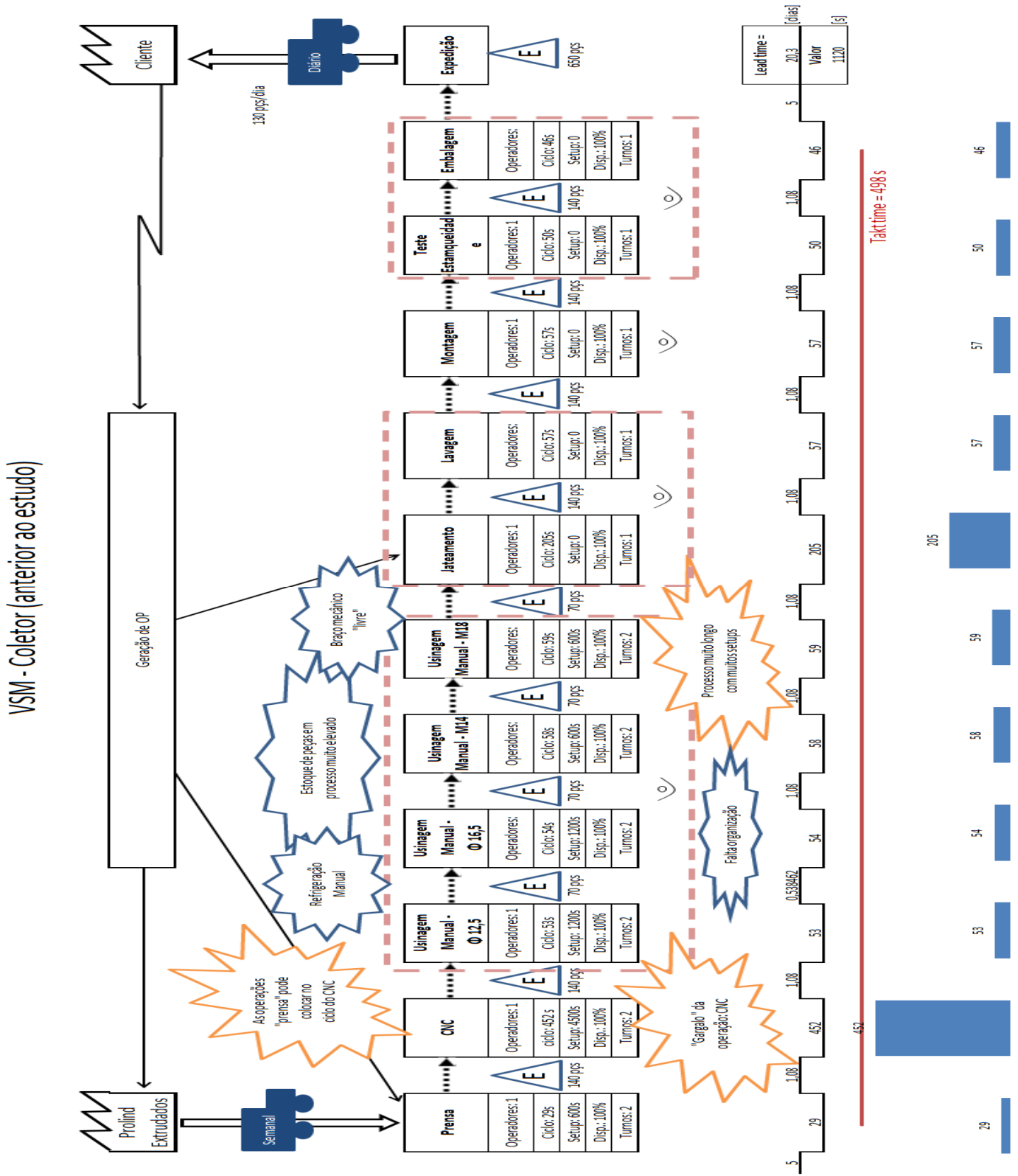
- Lead Time total: 20,3 dias, que corresponde a soma de todos os estoques representando as quantidades equivalentes em dias de fornecimento;
- Tempo total que agregam valor ao produto: 1120 segundos, que é a soma de todos os tempos dos ciclos dos processos;
- Processos com 5 operadores para executar as operações;
- Processo de gravação executada no setor de prensa, por lotes significativos;
- Takt time de 498 segundos, que representa a demanda diária do cliente;
- Gráfico de balanceamento, onde facilita a visualização do “gargalo” CNC próximo ao takt time;
- 7 Kaizens, possíveis melhorias sugeridas durante o levantamento do processo.

O *takt time* foi calculado conforme equação abaixo:

$$Takt\ time = [Tempo\ total\ disponível / demanda]$$

$$Takt\ time = [9h * 2\ turnos * 3600s / 130\ dia] = 498\ s$$

Figura 6 - VSM coletor anterior a ações



Fonte: (Arquivo VSM da empresa).

### 3.4 DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS

Após ter mapeado o fluxo de valor do processo foi possível identificar os principais desperdícios nas operações. O Quadro 1 nos mostra os fatos e os desperdícios correspondentes conforme literatura e serão melhor explicados dentro desta seção.

QUADRO 1 - Desperdícios encontrados no processo.

<b>Fatos</b>	<b>Desperdício</b>
Operação de carimbo “part number - PN” pode ser inserido no tempo de ciclo CNC	Superprodução / tempo espera mão de obra / transporte
Riscos de misturas de peças	Defeitos
Excesso de materiais – WIP muito alto	Estoque
Pouca organização na área	Tempo de espera
Muitos Setups	Tempo de espera
Braço mecânico livre - demora para iniciar o rosqueamento	Processo / tempo de espera

#### 3.4.1 Desperdícios

##### 3.4.1.1 Identificação do código da peça

A operação de identificação do código da peça, o seu part number, é realizado através da estampagem do carimbo realizado na área de prensas, onde a operação é muito rápida, porém o setup é considerável e a movimentação e o estoque intermediário são necessários. Com o mapeamento do fluxo, foi identificado que durante o tempo de ciclo do CNC seria possível executar esta operação, pois além do desperdício citado, existe o desperdício de espera da mão de obra durante o tempo de operação de máquina, considerado também como desperdício de espera, sendo assim possível a eliminação de movimentação das peças, mão de obra ociosa e de estoque intermediário.

#### 3.4.1.2 Riscos de mistura de peças

Conforme princípio Lean, é melhor evitar os defeitos do que corrigi-los. Este tipo de desperdício deve ser combatido, pois a produção de defeito custa tempo, ou seja, ocupou o tempo de uma produção de peça boa, além dos custos dos processos anteriores acrescidos e da matéria prima. No acompanhamento dos processos, foi observado que as peças defeituosas ficavam segregadas, porém a identificação só ocorreria no final do turno. Foi identificado em alguns postos que as peças que estavam segregadas eram, em muitas vezes, imperceptíveis aos olhos de uma pessoa fora do posto, onde a mistura de peças seria um grande risco.

#### 3.4.1.3 Excesso de materiais

Na visualização do Mapa ficam evidentes os inúmeros estoques intermediários decorrentes durante a produção do coletor de combustível. Este desperdício gera uma necessidade muito grande de espaço, pois para cada operação está um carrinho com 70 peças aguardando o processamento. Além dos altos custos de inventários o gerenciamento visual fica muito prejudicado devido a este alto número de peças no meio do processo. Um outro fator muito agravante que vai de contra aos princípios Lean é o fato de que ao encontrar uma peça não conforme referente a especificação da primeira etapa de usinagem e este defeito for detectado somente no teste de estanqueidade, por exemplo, a quantidade de peças rejeitadas referente ao estoque intermediário seria de pelo menos todos os estoques intermediários aguardando o processamento.

#### 3.4.1.4 Organização

Foram identificadas também, algumas desorganizações que a princípio não afetam o ciclo do processo, porém muitas vezes esta falta de organização “simples” pode afetar e deixar uma máquina parada aguardando as peças ou até mesmo com este tempo “perdido” não visualizar possíveis atividades que realmente agreguem valores ao produto.

Os fatos levantados referentes a estes desperdícios foram:

- Peças de máquinas atrás do CNC;
- Calibradores e dispositivos de medições dispostos de maneira aleatória;

- Suporte com capacidade para colocar duas peças somente e uma em contato com a outra;
- Utensílios para limpeza sem local para alocar;
- Cabos da máquina atrapalhando uma passagem de carrinho.

#### 3.4.1.5 Setups

Da mesma forma que os inúmeros estoques intermediários foram facilmente visualizados no mapa, conseqüentemente é notório os inúmeros setups necessários para a produção do produto. Muitas vezes, os setups são um mal necessário, porém este desperdício deve ser combatido através da redução ao máximo do seu tempo ou até mesmo a eliminação do mesmo.

Foi identificado que nas operações de pré-furo e rosqueamento este desperdício se agrava, pois para completar as operações e devido ao tempo do ciclo baixo, era necessário um operador percorrendo estes quatro processos, pré-furo 12,5 mm, pré-furo 16,5 mm, roscas M14 e roscas M18 e o tempo de setup era considerável quando comparado ao tempo do ciclo. Outra observação foi que os ajustes dos setups dependiam muito da habilidade do operador, onde também não se existia uma organização das ferramentas para a execução. Desta forma, ficou muito evidente a ociosidade do operador, onde seu ritmo era difícil de controlar e o ciclo estava muito desbalanceado e muito distante do takt time.

#### 3.4.1.6 Braço Mecânico Livre - Processos manuais

Uma última e importante observação no acompanhamento dos processos foi o processo manual de rosqueamento. Foi observado que o tempo maior do ciclo de rosqueamento era o posicionamento do macho cortante M14 ou M18 e seu pré-furo, pois o braço mecânico, apesar de possuir um balancim para minimizar o efeito do seu peso, era “desajeitado” e era necessário uma “calma” para iniciar a rosca, onde este processo é de total dependência da habilidade do operador.

### 3.5 PLANO DE AÇÃO

Como forma de combater, eliminar e/ou minimizar os desperdícios identificados através do mapeamento do fluxo de valor foi elaborado, planejado e executado algumas ações, conforme descritas a seguir.

#### 3.5.1 Unificação de operação

Com os desperdícios identificados na operação de gravação do código da peça, foi elaborado um dispositivo pneumático, conforme Figura 7, para que eliminemos o estoque intermediário e a movimentação das peças da área de prensa até ao CNC. Através desta ação, foi melhorado o fluxo da peça que aguardava o processamento da primeira fase de CNC e a identificação da peça ocorre durante o ciclo de execução de usinagem, sendo assim, utilizando melhor a ociosidade do operador.

Figura 7 - Fotografia do dispositivo de gravação PN



Fonte: (Foto tirada na empresa).

### 3.5.2 Segregação com “boca de lobo”

Com risco de mistura de peças na operação foi criada uma caixa de peças defeituosas com o conceito “boca de lobo”, mostrada na Figura 9, onde uma vez colocada a peça segregada dentro dela, somente pessoas autorizadas conseguem retirar a peça desta caixa, com isso, eliminando a possibilidade de enviar uma peça segregada para as próximas etapas de processo.

Figura 8 - Fotografia das peças segregadas abaixo da bancada



Fonte: (Foto tirada na empresa). Situação anterior a ação.

Figura 9 - Fotografia da caixa com conceito “boca de lobo”

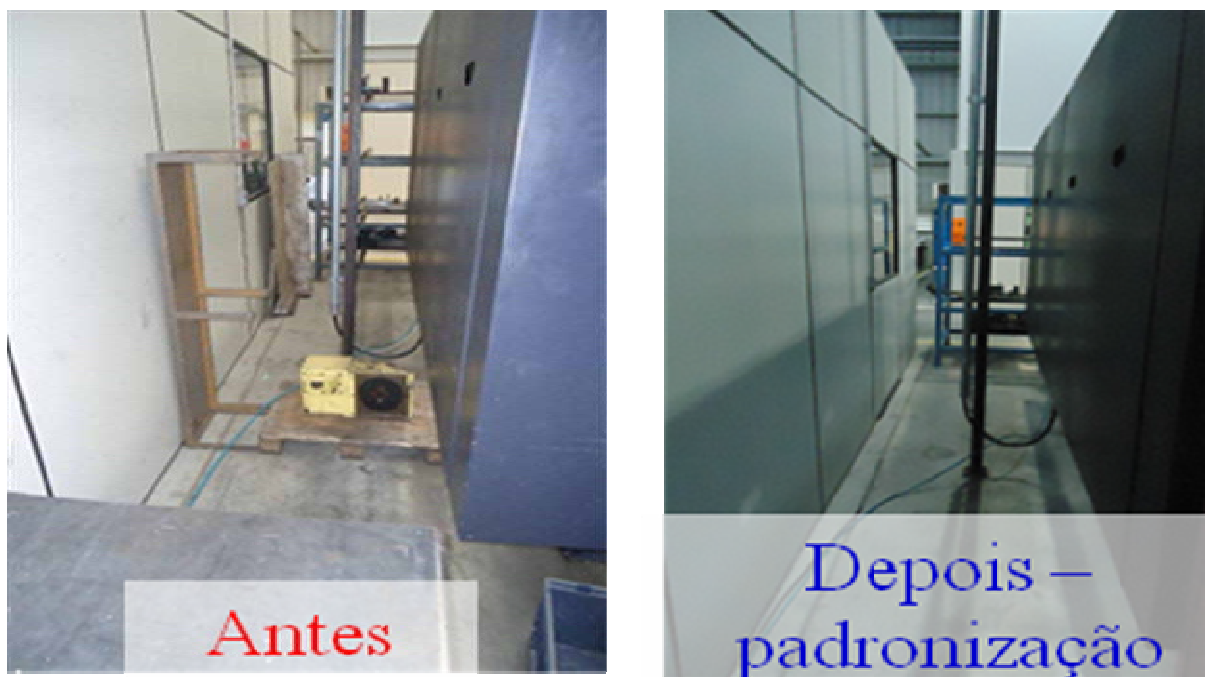


Fonte: (Foto tirada na empresa). Situação após a ação.

### 3.5.3 Organização e Limpeza

Este desperdício foi bastante combatido, onde em pequenas ações utilizando o Housekeeping, se nota uma grande melhoria conforme é observado nas Figuras 10, 11, 12, 13 e 14, a situação anterior e após as ações. Também foi implementado pequenas melhorias como organizar os dispositivos de medição, que como pode ser observado na figura 11, foi possível implantar uma padronização e sequenciamento conforme o plano de controle da peça.

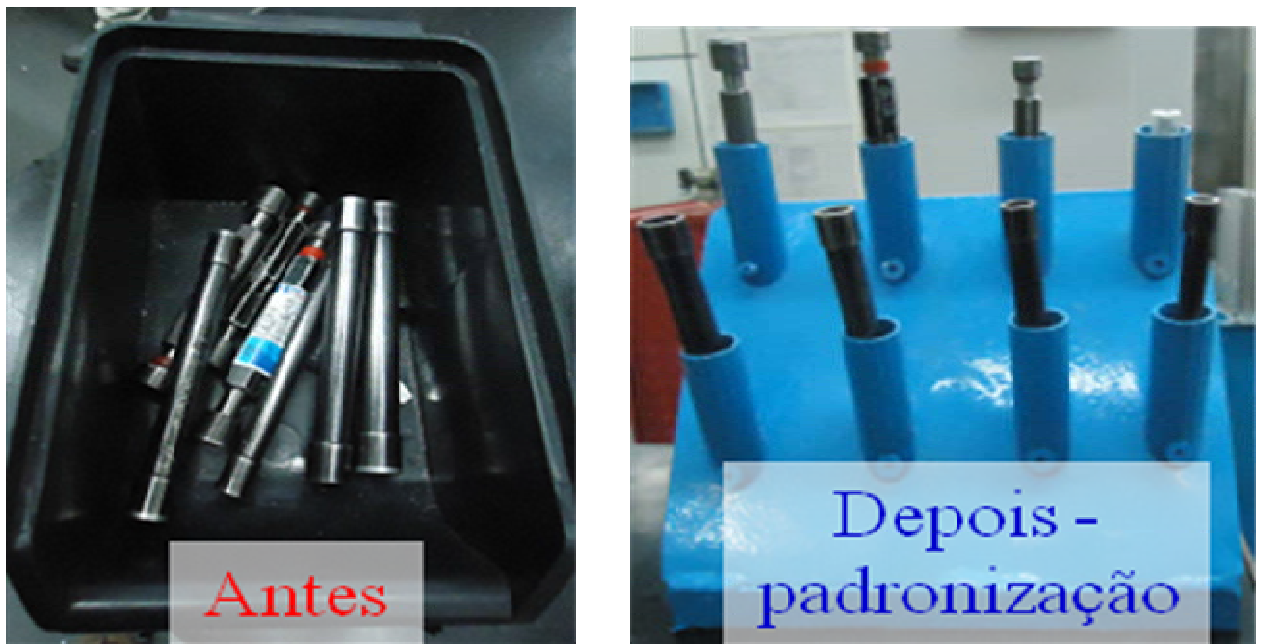
Figura 10 - Fotografia da organização atrás da máquina



Fonte: (Foto tirada na empresa). Fotografia a esquerda – situação antes, fotografia a direita - situação após a ação.



Figura 11 - Fotografia da organização dos dispositivos de controle



Fonte: (Foto tirada na empresa). Fotografia a esquerda - situação antes , fotografia a direita - após a ação.

Figura 12 - Fotografia do suporte para escorrer óleo refrigerante



Fonte: (Foto tirada na empresa). Fotografia a esquerda - situação antes , fotografia a direita - após a ação, com gaveta.

Figura 13 - Fotografia da fiação da máquina no meio da passagem



Fonte: (Foto tirada na empresa). Situação com risco de segurança. Fotografia à esquerda - situação antes, fotografia a direita - após a ação.

Figura 14 – Fotografia da organização dos utensílios de limpeza

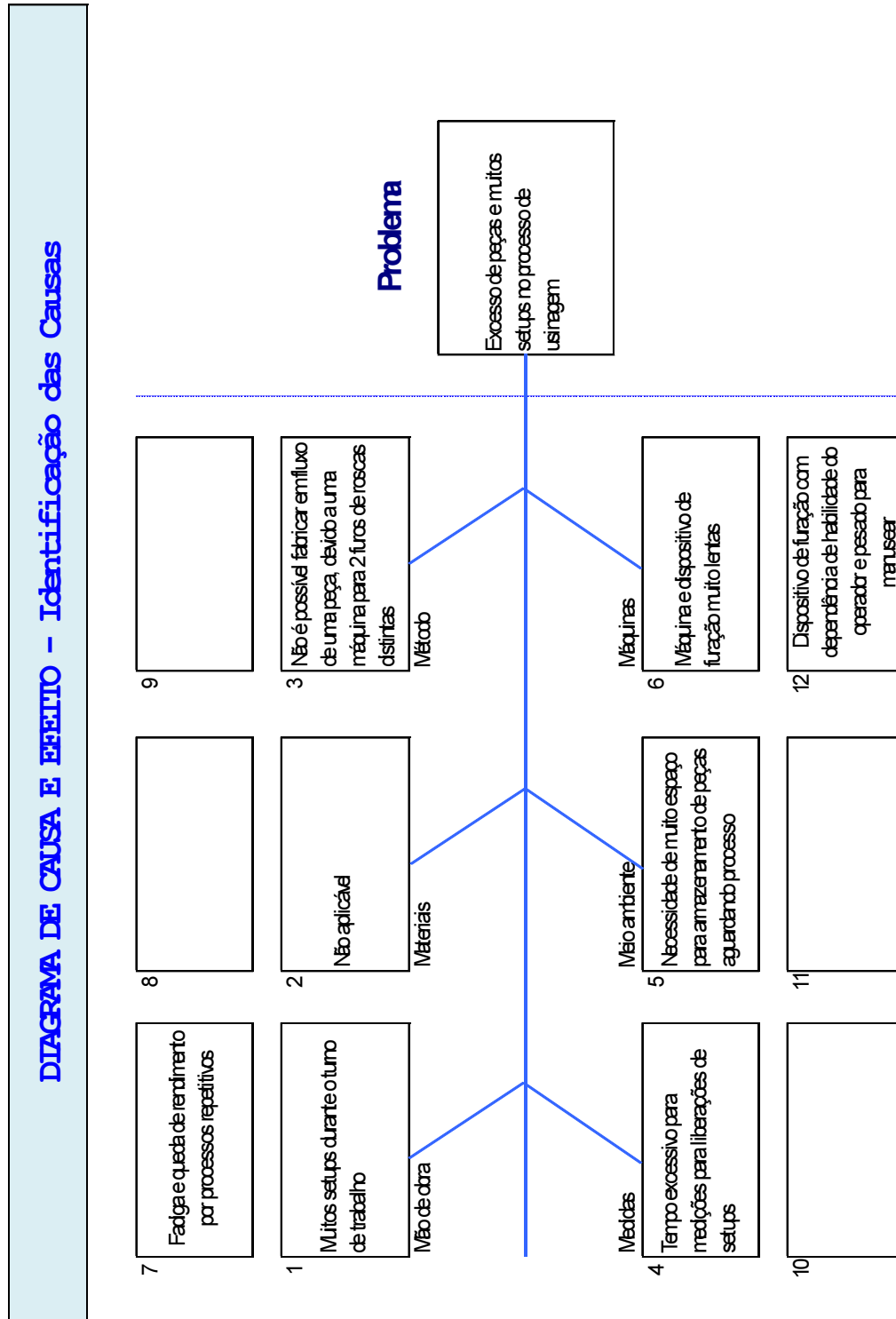


Fonte: (Foto tirado na empresa). Fotografia à esquerda - situação antes , fotografia a direita - após a ação.

3.5.4 Redução de WIP / Setups / Processos Manuais

Para este desperdício, foi aberta uma análise utilizando ferramenta da Qualidade como Ishikawa e Brainstorm, para levantar possíveis causas e ações para eliminar este desperdício, conforme Figura 15:

Figura 15 – Diagrama causa – efeito / Ishikawa



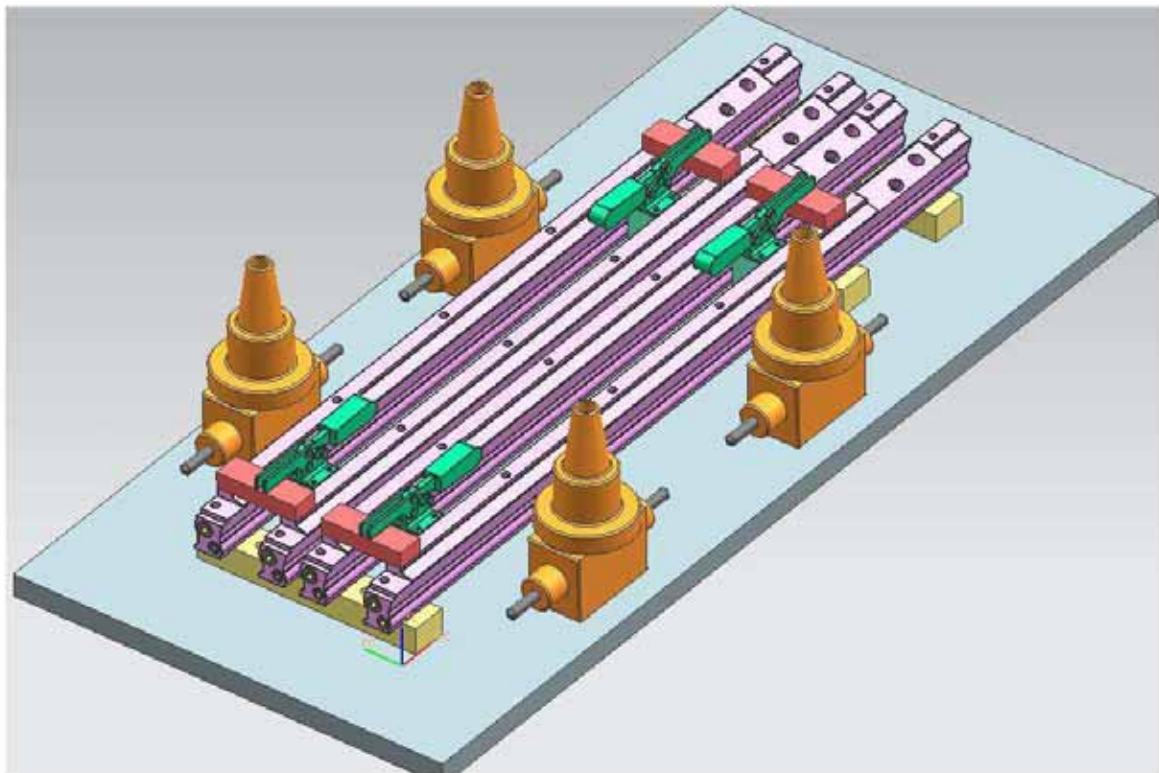
Fonte: (Arquivos da empresa).

Através desta ferramenta foram levantados estudos e ações para tratativas conforme listada a seguir:

- Estudar a possibilidade de inserirmos um fluxo de peça conforme a demanda da 1º fase de usinagem;
- Avaliar a possibilidade de eliminarmos a fase de usinagem manual (furações e roscas nas laterais) inserindo a operação em CNC;

Com os estudos realizados foi identificado a possibilidade de inserir as usinagens das roscas laterais no CNC utilizando um cabeçote transferidor de eixo de rotação do fabricante Madaula, conforme ilustração da Figura 16:

Figura 16 – Projeto para inserção de cabeçote Madaula

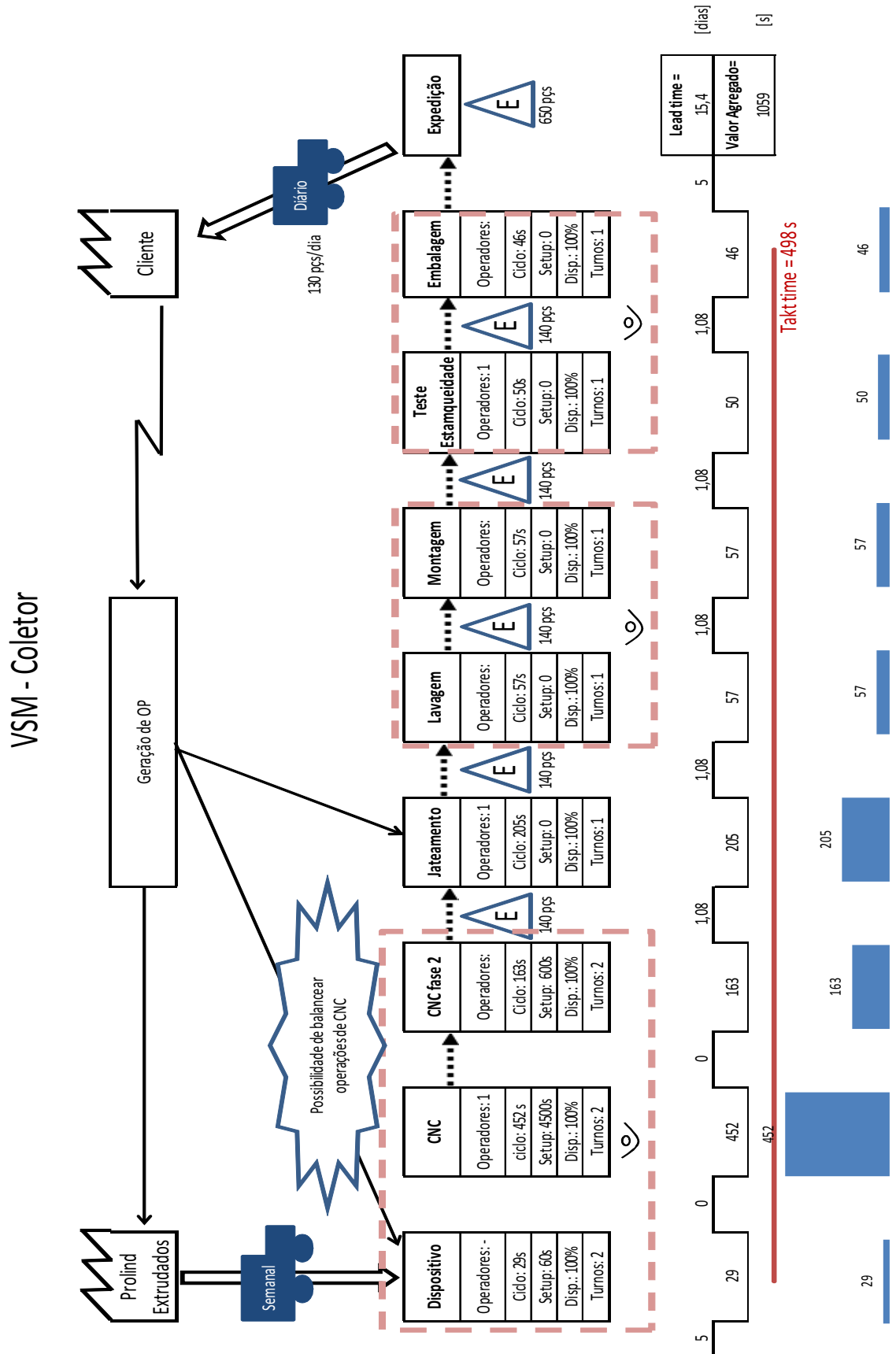


Fonte: (Arquivos da empresa). Cabeçote de transferência de eixos - Madaula.

### 3.6 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR – ESTADO FUTURO

Após a aplicação das melhorias foi feita nova análise do fluxo de valor do processo e detectou-se o seguinte fluxo de valor demonstrado na Figura 17:

Figura 17 – VSM coletor após as ações



Fonte: (Arquivo VSM da empresa).

O fluxo de valor do estado futuro pode ser resumido conforme descrito abaixo:

- Lead Time total reduzido de 20,3 dias, para 15,4 dias – ganho de aproximadamente 24%;
- Tempo total que agregam valor ao produto reduzido de 1120 segundos para 1059 – ganho de aproximadamente 5%;
- Redução de um operador na operação de rosqueamento – ganho de 33% na melhor utilização da mão de obra empregada, considerando a redução de um operador para operação de rosqueamento e a não mais utilização do operador de prensa;
- Possibilidade de balanceamento de operações entre os dois CNCs, para distanciar o “gargalo” do takt time;
- Possibilidade de inserção de sistema puxado em todas as etapas do processo.

## 4 CONCLUSÕES

Com a utilização de ferramentas e princípios *Lean*, foi possível obter melhorias satisfatórias tanto em aspecto organizacional de trabalho, obtendo um local mais organizado, com maior segurança para trabalhar e com melhoria de Qualidade do produto, quanto a produtividade com ganho em Lead Time e melhor utilização da mão de obra empregada, sendo possível observar as vantagens de se utilizar os princípios *Lean*.

O conceito de 5S introduzido em pequenas ações que podem ser identificadas facilmente através dos registros em fotos do “antes” e “depois” das ações, nos evidencia um local mais organizado e com os princípios em que tudo o que a operação necessita deverá estar em fácil acesso aos colaboradores e sem existir o desperdício de “procura” pelo necessário para a agregação de valor exigido pelo cliente.

Através do Mapeamento de fluxo de valor, foi possível aplicar os conceitos de melhor aproveitamento da mão de obra, evitando o desperdício de ociosidade, onde a introdução do dispositivo de marcação do PN da peça junto à operação de usinagem nos mostra um melhor aproveitamento desta mão de obra e elimina um estoque intermediário que era necessário quando se executava em prensas excêntricas fora do local desta célula de produção. Outro ganho muito importante que se teve através das melhorias aplicadas após o mapeamento é a eliminação de um operador para a execução das roscas laterais da peça, onde foi introduzida esta operação na máquina CNC, sendo possível colocar as peças em melhor fluxo, eliminado estoques intermediários, eliminando setups excessivos. Considerando esta redução e a não mais utilização da mão de obra utilizada para a operação de prensas, o ganho para esta redução representa aproximadamente em 33% da mão de obra empregada na produção desta família de produtos.

Com os estoques intermediários reduzidos, foi possível obter um ganho de aproximadamente em 25 % no Lead time total da peça, nos mostrando que está de acordo com os princípios *Lean* em busca de redução de estoques.

Também através desta melhoria aplicada utilizando o CNC para a execução da operação de rosqueamento, criou-se a possibilidade de balanceamento de operações, pois conforme visualizado no mapeamento, o gargalo existente é a primeira fase executada no CNC fase 1, onde seu tempo de ciclo está muito próximo ao Takt time, assim, ficando como próximas ações de melhorias a divisão de operações de agregação de valor no produto nas duas CNC's,



assim, balanceando-as e com grandes possibilidades de ganhos de produtividade e distanciamento do takt time.

Outra proposta para melhorias futuras é a implementação de Kambans em conexões de etapas produtivas para qual não será possível um fluxo contínuo próximo de uma peça, conhecido como one-piece-flow nos conceitos *Lean*, que significa fluxo de uma peça, como sendo o ideal a ser buscado.

Contudo, a aplicação dos conceitos *Lean* e através desta pesquisa-ação demonstram a grande importância para a manutenção da competitividade em uma indústria, revelando se, como mostrou este trabalho, uma via de análise, modificação e controle da produção, com enfoque no aumento e adequação da produtividade e redução de desperdícios.

## REFERÊNCIAS

AMATO NETO, J. As formas japonesas de gerenciamento da produção e de organização do trabalho. In: CONTADOR, J. C. (coord.). **Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998, p.201-214.

CONTADOR, J. C. Campos e armas da competição. In: CONTADOR, J. C. (coord.). **Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998, p. 39-56.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 690 p.

FIGUEIREDO, KLEBER. A logística enxuta. Artigo: COPPEAD / UFRJ. 2006

MARCELINO, H. P.; WEISS, J. M. G. Melhoria de processos por meio do mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso. In: ENEGEP, 29., 2009, Salvador. **Anais...** São Paulo: ABEPRO, 2009.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 747 p.

TOSTA, L. I.; OLIVEIRA, M. L. M.; SOUZA L. G. M. Uma análise do uso da técnica mapofluxograma na implementação inicial do sistema Lean de produção em uma empresa do setor médico-cirúrgico. In: ENEGEP, 29., 2009, Salvador. **Anais...** São Paulo: ABEPRO, 2009.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Lean Thinking**. 10. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 407 p.

LEAN INSTITUTE BRASIL: <http://www.lean.org.br/> (Acesso 25/10/2014)

LEAN COMPANY: <http://www.valuestreammapping.it/> (Acesso 25/10/2014)