

Pedro Miguel da Silva Oliveira

**APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING
NA INDÚSTRIA DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS -
ESTUDO DE CASO**



Porto - 2011

Pedro Miguel da Silva Oliveira

**APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING
NA INDÚSTRIA DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS -
ESTUDO DE CASO**



Porto - 2011

Pedro Miguel da Silva Oliveira

**APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING
NA INDÚSTRIA DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS -
ESTUDO DE CASO**

Orientador: Professor Doutor Vasco Costa

“Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de
Mestre em Gestão da Qualidade”

Sumário

O tema desta dissertação é a aplicação do Lean Manufacturing (LM – Produção magra) na Indústria das Embalagens Plásticas – Estudo de Caso.

Até ao momento, não se conhecem estudos relativos à aplicação do LM na indústria das embalagens plásticas. Através desta dissertação, pretende-se divulgar o LM, aplicado à actividade supracitada, contribuindo para a melhoria contínua neste ramo.

Nesse sentido, o estudo teve como principal objectivo a implementação do LM na empresa PackPlast, que se dedica em exclusivo à fabricação de embalagens plásticas. Sendo o LM resultante da integração de outras ferramentas, foi desenvolvida uma proposta assente na integração do Value Stream Mapping (VSM – Mapeamento da cadeia de valor) e Single Minute Exchange of Die (SMED – troca rápida de ferramentas), com vista à identificação e eliminação de desperdícios na indústria de embalagens plásticas.

No âmbito desta dissertação, foi efectuado um estudo de caso recorrendo a uma pesquisa aplicada, qualitativa e exploratória, tendo este decorrido no período temporal compreendido entre Outubro de 2009 e Setembro de 2010. Neste estudo, formulou-se a seguinte questão de investigação: Existirão vantagens resultantes da implementação do LM na indústria das embalagens plásticas?

O objectivo foi alcançado, dado que, a conjugação das ferramentas utilizadas nesta dissertação foi proveitosa para a empresa, traduzindo-se em ganhos consideráveis.

Abstract

The subject of this dissertation is the Lean Manufacturing (LM) Application in the Plastic Packaging Industry - Case Study.

So far, there are no known studies on the LM implementation in the plastic packaging industry. The aim of this dissertation is to divulge the LM, applied to the abovementioned activity, contributing for the continuous improvement in this branch.

In this sense, the study had as main objective the LM implementation in the company PackPlast that is dedicated in exclusive to the manufacture of plastic packaging. Being the LM result of other tools integration, was developed a proposal based in the integration of the Value Stream Mapping (VSM) and Single Minute Exchange of Die (SMED), with an aim to the identification and elimination of waste in the plastic packaging industry.

In the scope of this dissertation, was performed a case study appealing to a applied research, qualitative and exploratory, having this elapsed in the period understood between October 2009 and September 2010. In this study, formulated itself the following question: Are there any benefits resulting from the implementation of LM in plastic packaging industry?

The objective was achieved, considering that, the conjugation of the tools used in this dissertation were profitable for the company, translating itself in substantial gains.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor Vasco Costa, pela disponibilidade sempre demonstrada e pela sua sábia análise crítica, fundamentais para a melhoria desta dissertação.

À Professora Doutora Ana Salazar, pelo seu contributo, valioso, na iniciação desta dissertação.

À Administração da PackPlast, por disponibilizar todas as informações necessárias durante a realização desta dissertação.

Aos meus colegas de curso, por me possibilitarem a integração no grupo, através da qual foi possível uma enriquecedora troca de experiências e, conseqüentemente, conhecimento.

Gostaria também de deixar aqui o meu agradecimento à Universidade Fernando Pessoa, em particular aos seus docentes, que foram capazes de transmitir conhecimentos essenciais para o sucesso dos seus alunos.

Índice

Capítulo I Introdução	1
1.1. Justificação da Escolha.....	2
1.2. Definição de Objectivos.....	3
1.3. Formulação do Problema.....	4
1.4. Metodologia	5
1.5. Limitações do Estudo	6
1.6. Contribuição da Pesquisa.....	6
1.7. Estrutura da Dissertação.....	7
Capítulo II Revisão Bibliográfica.....	8
2.1. Introdução.....	8
2.2. Lean Manufacturing – LM.....	8
2.2.1. História e Conceito.....	8
2.2.2. Implementação do LM.....	19
2.2.2.1. Importância da Gestão de Topo na Implementação do Lean Manufacturing.....	31
2.3. Mapeamento da Cadeia de Valor -VSM.....	31
2.3.1. Conceito.....	31
2.3.2. Implementação do VSM.....	36
2.3.2.1. Selecção da Família de Produtos.....	39
2.3.2.2. Mapeamento do Estado Actual.....	39

2.3.2.3. Mapeamento do Estado Futuro.....	41
2.4. SMED.....	43
2.4.1. História e Conceito.....	43
2.4.2. Implementação do SMED.....	47
2.5. Conclusões.....	52
Capítulo III – Indústria de Embalagens Plásticas.....	53
3.1. Conceito de Embalagem.....	53
3.2. Caracterização da Indústria de Embalagens Plásticas.....	57
3.3. Conclusões.....	64
Capítulo IV – Metodologia.....	65
4.1. Introdução.....	65
4.2. Fases do Processo de Investigação.....	65
4.3. Identificação do Problema.....	66
4.4. Objectivos.....	67
4.5. Questão da Investigação.....	68
4.6. Pesquisa de Investigação.....	69
4.6.1. Estudo de Caso.....	70
4.7. Métodos de Recolha de Dados.....	72
4.7.1. Observação.....	72
4.7.2. Pesquisa Bibliográfica.....	73
4.7.3. Entrevista Não Estruturada.....	74

4.8. Conclusões.....	75
Capítulo V – Estudo de Caso.....	76
5.1. Introdução.....	76
5.2. Diagnóstico Geral.....	76
5.2.1. Sazonalidade do Consumo.....	76
5.2.2. Mudança de Ferramentas em Tempo Útil.....	77
5.2.3. Gestão de Stocks.....	78
5.2.4. Constantes Mudança de Cor.....	80
5.2.5. Outras Limitações Organizacionais.....	80
5.3. Preparação.....	81
5.3.1. Reunião com Administração.....	81
5.3.2. Acções de Sensibilização e Formação.....	82
5.4. Implementação.....	83
5.4.1. Implementação do VSM – Parte Prática.....	83
5.4.1.1. Seleccionar Uma Família de Produtos.....	83
5.4.1.2. Mapeamento do Estado Actual.....	84
5.4.1.3. Diagnóstico da Situação Actual – VSM.....	85
5.4.1.4. Mapeamento do Estado Futuro.....	87
5.4.2. Implementação do SMED – Parte Prática.....	87
5.4.2.1. Fase 0 SMED.....	88
5.4.2.2. Fase 1 SMED.....	88

5.4.2.3. Fase 2 SMED.....	89
5.4.2.4. Fase 3 SMED.....	91
5.5. Conclusões.....	91
Capítulo VI – Apresentação e Discussão de Resultados.....	92
6.1. Introdução.....	92
6.2. Apresentação e discussão de Resultados.....	92
6.2.1. VSM.....	92
6.2.2. SMED.....	96
6.4. Conclusões.....	99
Capítulo VII – Conclusões.....	100
7.1. Conclusões.....	100
7.2. Limitações do Estudo.....	103
7.3. Pesquisas Futuras.....	104
Bibliografia.....	105

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Programas de Produção Associados ao LM.....	13
Figura 2.2 - Passos para a implementação do sistema LM.....	22
Figura 2.3 - Obstáculos e limitações associados ao LM.....	30
Figura 2.4 - Os passos evolutivos do VSM.....	36
Figura 2.5 - Etapas do Mapeamento da Cadeia de Valor.....	38
Figura 3.1 - Produção, consumo e embalagem de águas 2005.....	63
Figura 5.1 – Mapa do estado actual.....	86
Figura 6.1 - Novo <i>layout</i> fabril.....	93
Figura 6.2 - Mapa de estado futuro.....	95

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 - Especificações de Embalagens Plásticas.....	55
Tabela 6.1 - Listagem dos tempos padrão das várias operações da mudança de molde.....	96
Tabela 6.2 - Comparação entre o tempo inicial das operações e o tempo actual.....	98

Índice de Anexos

ANEXO I - Princípios e ferramentas do modelo Lean nas etapas de um projecto de melhoria.....	121
ANEXO II - Princípios do modelo Lean e ferramentas associadas.....	122
ANEXO III - Exemplo de um VSM.....	123
ANEXO IV - Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor.....	124
ANEXO V - Listagem das regras de design recomendadas para diminuir os tempos de mudança de formato.....	125
ANEXO VI - Exemplo de questões colocadas nas entrevistas não estruturadas.....	126
ANEXO VII - Guia de Ajuste Processo de Injecção.....	127
ANEXO VIII - Fluxograma tratamento de encomendas da PackPlast.....	129
ANEXO IX - Layout fabril inicial.....	130
ANEXO X - Checklists para a realização setup molde injecção.....	131
ANEXO XI - Listagem das operações realizadas por cada operador durante a mudança de molde.....	134
ANEXO XII - Foto de controlador de temperaturas.....	135
ANEXO XIII - Foto com os olhais de elevação organizados.....	136
ANEXO XIV - Glossário de termos.....	137

Lista de Abreviaturas e Siglas

ACV - Avaliação do Ciclo de Vida

APIAM - Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente

CNA - Close Neighbour Algorithm

DfE - Design for Environnement

Ed. - Edição

EUA - Estados Unidos da América

HRM / CP - (Human Resource Management / Common Practices).

IED - Input Exchange of Die

IMVP - International Motor Vehicle Program

JIT - Just in Time

LCC - Life Cycle Cost

LEI - Lean Enterprise Institute

LM - Lean Manufacturing

LT - Lean Thinking

MIT - Instituto Tecnológico de Massachussets

MPs - Matérias-Primas

MRP - Master Resource Planning

OED - Output Exchange of Die

P. – Página

PP - Páginas

PCP - Planeamento e Controlo da Produção

PDCA - Plan, Do, Control, Act

PFA - Production Flow Analysis

PR - Director de Produção

QCO - Quick Change Over

QL - Director de Qualidade

ROC - Ranker Order Clustering

ROCII - Ranker Order Clustering II

SMED - Single Minute Exchange of Die

TC - Tempo de Ciclo

TPM - Total Production Maintenance

TQM - Total Quality Management

TPS - Toyota Production System

V. - Volume

VSM - Value Stream Mapping

WIP - Work in Process

Capítulo I - Introdução

O tema desta dissertação é a aplicação do Lean Manufacturing (LM – Produção magra) na Indústria das Embalagens Plásticas – Estudo de Caso.

Segundo Carlos Gomes (cit. in Lisboa et al. 2008), até há alguns anos atrás, as empresas industriais conseguiam vender tudo o que produziam, pelo que os seus gestores apenas se preocupavam em obter níveis elevados de eficiência para os seus recursos produtivos. No entanto, com o aumento da competitividade resultante da globalização dos mercados, as empresas foram obrigadas a incorporar o conceito de eficácia na medição da sua performance produtiva. Tal significa que, não interessa apenas que os seus recursos fabriquem uma determinada quantidade de produtos por unidade de tempo, mas fundamentalmente que esses produtos cheguem ao cliente, no momento em que a empresa se comprometeu a entregá-los, quando aceitou a encomenda. Por conseguinte, nos dias de hoje e certamente com maior incidência no futuro, o sucesso empresarial é altamente dependente da sua estratégia e consequentemente da sua capacidade de adaptação às exigências do mercado.

Segundo Shingo (1996), o LM teve origem no Sistema Toyota de Produção (TPS – Toyota Production System), sendo um sistema que visa a eliminação total de perdas.

No entender de López (2007), o termo LM foi criado em 1990, resultante do estudo realizado por James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, no âmbito do programa de investigação International Motor Vehicle Program (IMVP), do Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) sobre distintas fábricas de montagem de automóveis de todo o mundo.

De acordo com Womack e Jones (1998), o LM é um processo de cinco passos: definir o valor do cliente, definir o fluxo de valor, fazê-lo fluir, a puxar a partir do cliente e lutar pela excelência.

Sendo a indústria das embalagens plásticas cada vez mais competitiva, é imperativo desenvolver estratégias, com base em metodologias como o LM, de modo melhorar o desempenho das organizações e até mesmo garantir a sua sustentabilidade.

Por tal motivo, este estudo foi desenvolvido numa empresa que se dedica exclusivamente à produção de embalagens plásticas.

Embora a empresa tenha disponibilizado toda a informação solicitada, não se mostrou receptiva à apresentação do seu nome, pelo que, de modo a manter o anonimato, será doravante designada por PackPlast.

1.1. Justificação da Escolha

As organizações ligadas à produção de embalagens plásticas são cada vez mais pressionadas, no sentido de reduzirem os custos dos seus produtos. A actual conjuntura, onde imperam as dificuldades nos mais diversificados sectores, impele outros fabricantes de peças plásticas a tentarem a sua sorte no mercado das embalagens. Acresce que, com a consolidação da crise económica, o mercado apresenta-se saturado em termos de oferta, limitando as possibilidades de crescimento, fundamentais para o equilíbrio financeiro das organizações.

Segundo a Logoplaste (<http://www.logoplaste.com>) e a Tetra Pak (<http://www.tetrapak.com>), ambas organizações relevantes no sector das embalagens plásticas, esta indústria carece de considerável investimento permanente em tecnologia de ponta, sendo este motivado pela grande competitividade do sector, pela constante necessidade de optimização e também pelas mudanças solicitadas pelo Marketing dos seus clientes, de modo a tornarem os seus produtos mais adaptados às necessidades dos seus clientes e simultaneamente apelativos.

A escolha das ferramentas aplicadas nesta dissertação foi fundamentada na experiência profissional. Entende-se por tal motivo que a utilização do LM, VSM e SMED, será vantajosa, tendo em conta o contexto industrial em questão.

Através da revisão da literatura desenvolvida, observou-se que a aplicação do LM na indústria de embalagens plásticas era inexistente, pelo que, este estudo irá preencher esta lacuna, possibilitando a introdução de uma nova dinâmica na produção de embalagens plásticas, tornando-a mais fluida, com menores custos, contribuindo de modo indelével para a tão almejada obtenção de resultados.

1.2. Definição de Objectivos

O LM é uma metodologia que, com recurso a um conjunto de ferramentas, preconiza a eliminação do desperdício, nas sete vertentes definidas.

Por conseguinte, o objectivo principal desta dissertação é implementar o LM na empresa PackPlast, que se dedica em exclusivo à fabricação de embalagens plásticas.

Cumulativamente, como apoio ao LM, serão aplicadas outras ferramentas necessárias, com vista à identificação e eliminação de desperdícios na indústria das embalagens plásticas, possibilitando uma demonstração inequívoca das mais-valias resultantes da implementação do LM.

Simultaneamente, são considerados os seguintes objectivos específicos:

- redução do nível de stocks;
- redução do *Setup*;
- redução do tempo de mudança de ferramenta;
- redução do tempo de mudança de cor.

De modo a demonstrar a aplicabilidade dos conceitos do LM, propõe-se complementar o estudo, através de:

- aplicação da ferramenta VSM, que compreenda desde o aprovisionamento das matérias-primas até à entrega dos produtos, de modo a possibilitar a identificação das operações que não acrescentam valor;
- análise das práticas industriais generalizadas na indústria das embalagens plásticas e verificação do seu alinhamento com os princípios do LM;

- definição de procedimentos Lean e a avaliação dos ganhos consequentes da sua implementação.

1.3. Formulação do Problema

As empresas produtoras de embalagens plásticas têm uma especificidade própria, tendo em conta inúmeras variáveis, tais como a sazonalidade do consumo, a mudança de ferramentas em tempo útil, a gestão de *stocks* e as constantes mudanças de cor.

Por outro lado, tipicamente, as organizações ligadas à produção de embalagens plásticas trabalham em regime de laboração contínua, incluindo sábados, domingos e feriados, o que, invariavelmente, culmina numa maior dificuldade em captar bons recursos humanos. Essa contingência deriva dos seguintes factores:

- a maioria dos grandes clientes obriga, através do contrato de fornecimento, as empresas fornecedoras de embalagens plásticas a disponibilizarem nas suas empresas um stock de segurança elevado;
- grande volume de produção. A título de exemplo e segundo a APIAM – Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente (<http://www.apiam.pt>) no ano 2009 foram utilizadas mais de novecentos milhões de embalagens na indústria das águas, sendo que aproximadamente 80% dessas embalagens são plásticas;
- dado que a margem de comercialização é sempre muito reduzida, nos cálculos dos preços de venda para produtos de grande consumo, é prática corrente definir como período útil de trabalho 11,5 meses, restando ½ mês para manutenção;
- consequência do ponto anterior, para muitos dos gestores, a paragem de máquina, ainda que seja programada, continua a ser encarada como um custo. Nessa perspectiva, é sempre preferível fazer stock a ter uma injectora parada, mesmo que daí advenham alguns riscos e encargos de vária ordem.

Pelo exposto, entende-se que os problemas apresentados poderão ser minorados com a implementação do LM.

1.4. Metodologia

No entender de Gil (2001), a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema, de modo a torná-lo explícito. Nesse sentido, de modo a alcançar o objectivo principal proposto, foram utilizados três métodos de recolha de dados, nomeadamente, observação, pesquisa bibliográfica e entrevista não estruturada. A observação e a entrevista não estruturada foram desenvolvidas em ambiente industrial, promovendo o contacto directo com as práticas habituais e os seus intervenientes. Já a pesquisa bibliográfica resultou de consultas em jornais, revistas, livros e sites na Internet, especializados no LM e assuntos relacionados. Após recolha e análise resultante da pesquisa relativa ao LM, entendeu-se desenvolver as seguintes ferramentas de apoio:

- VSM: esta ferramenta proporciona, de forma simples e eficaz, a identificação do desperdício e as suas causas;
- SMED: segundo a metodologia LM, é fundamental fabricar mais lotes e simultaneamente diminuir o tamanho dos mesmos. Para o efeito, é necessário definir métodos de trabalho assentes no SMED, que possibilitem a redução do tempo associado à troca de ferramenta e consequentemente a redução do tempo de *setup*.

Tendo como base as ferramentas de apoio escolhidas, é desenvolvida uma abordagem teórica a cada um dos conceitos. Seguidamente, será efectuada a caracterização da indústria das embalagens plásticas, justificando a especificidade do sector.

O estudo de caso assenta na fabricação de um copo plástico, na empresa PackPlast (em ambiente fabril), e decorreu no período temporal compreendido entre Outubro de 2009 e Setembro de 2010.

Neste estudo, serão aduzidos os procedimentos habituais neste sector da indústria, sendo apresentadas alternativas, formuladas pelo LM e pelas ferramentas de sustentação seleccionadas.

1.5. Limitações do Estudo

Este estudo está muito focalizado no sector produtivo e nos processos inerentes, sendo por isso limitado o seu alcance, em especial no tocante à gestão, onde a filosofia Lean também poderia ser estudada e implementada.

O estudo aborda os procedimentos de produção, não sendo devidamente explorada a mudança de comportamento dos colaboradores, causada pela alteração de hábitos demasiadamente interiorizados. Ainda assim, durante o período de trabalho de campo, constatou-se alguma resistência à mudança.

1.6. Contribuição da Pesquisa

Até ao momento, não se conhecem estudos relativos à aplicação do LM na indústria das embalagens plásticas. Através deste trabalho, poder-se-á divulgar o LM aplicado à actividade supracitada, contribuindo para a melhoria contínua neste ramo.

Os estudos conhecidos em outras áreas têm sido considerados muito úteis, pelo que, transpor os conceitos para uma indústria tão específica, contribuirá inequivocamente para a demonstração da transversalidade do LM e as suas vantagens.

1.7. Estrutura da Dissertação

A dissertação foi organizada em sete capítulos, de modo a que a sua compreensão fosse simplificada.

O capítulo I, compreende a introdução do trabalho, sendo de igual modo presentes a justificação, a definição de objectivos, a formulação do problema, a metodologia, as limitações do estudo e a contribuição da pesquisa.

O capítulo II, assenta na revisão da literatura relativa aos conceitos desenvolvidos: LM, VSM e SMED.

O capítulo III, caracteriza, de modo simplificado, a indústria de embalagens plásticas.

No capítulo IV, consta a metodologia aplicada, abordando as fases do processo de investigação, a identificação do problema, os objectivos, a questão da investigação, o tipo de pesquisa de investigação e os métodos de recolha de dados, fundamentais para o estudo de caso.

No capítulo V, expõe-se o estudo de caso.

No capítulo VI, apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos.

O capítulo VII, é dedicado às conclusões. Aqui são apresentados os resultados obtidos através desta dissertação e a sua validação com base nos objectivos inicialmente propostos. Ainda neste capítulo, são relatadas as mais relevantes limitações encontradas, sendo paralelamente descritas algumas possibilidades de desenvolvimento complementar, com interesse para futuros trabalhos de investigação.

Capítulo II - Revisão Bibliográfica

2.1. Introdução

Neste capítulo será desenvolvida a abordagem teórica do LM, bem como as ferramentas escolhidas para a sua implementação: VSM e SMED.

2.2. Lean Manufacturing - LM

2.2.1. História e Conceito

Segundo López (2007), o termo LM surgiu pela primeira vez no livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack e Jones (1990), onde foi realizada uma pesquisa de *benchmarking* entre empresas do sector automóvel para a avaliação e comparação do desempenho das mesmas. Observou-se que as empresas japonesas tinham um desempenho notável quando comparadas às concorrentes ocidentais e conseguiam fazer cada vez mais com menos recursos. Segundo Hayes e Pisano (1996), constatou-se também que, na época, as empresas japonesas estavam a conquistar mercados mundiais, por produzir com alta qualidade e confiabilidade a custos mais baixos. Os conceitos e práticas aplicados nessas organizações foram rapidamente difundidos e adoptados mundialmente.

Segundo Womack e Jones (1996), ao aprender a identificar os desperdícios descobrir-se-á que há muitos mais desperdícios do que aqueles que se possa imaginar. Foi este o mote que deu origem ao conceito LM, visando a eliminação de desperdícios.

No início da década de 1960, as empresas japonesas do sector automóvel identificaram a necessidade de encontrar um sistema diferenciado ao sistema de produção em massa, o que levou, em especial a Toyota Motor Company, a desenvolver diferentes métodos de fabricação, relativamente aos utilizados pela indústria norte americana, com destaque para a Ford Company e General Motors (Ohno, 1997; Cleto, 2002; Elias e Magalhães, 2003; Cardoza e Carpinetti, 2005). Surge então o Lean Manufacturing, com princípios flexíveis e diferentes da produção em massa com grande ênfase na gestão de materiais, desperdícios e no trabalho humano nas fábricas (Cleto, 2002; Cardoza e Carpinetti, 2005).

Reforçando o exposto anteriormente, Alukal (2006) defende que o Lean está baseado no Sistema Toyota de Produção (TPS). No entender de Ohno (1997), a empresa pioneira no desenvolvimento dos conceitos e práticas Lean foi a Toyota, na década de 50, com o intuito de ser mais competitiva que as empresas norte-americanas, que adoptavam a produção em larga escala. Esta abordagem culminou no aparecimento do TPS. Segundo Satolo et al. (2006), o TPS visava a melhoria do sistema produtivo através da identificação e minimização ou eliminação progressiva dos desperdícios, baseando-se em cinco princípios fundamentais:

1º definição de valor;

2º visão do cliente e de suas necessidades;

3º busca da produção usando de um fluxo contínuo;

4º apenas quando o cliente efectua o pedido, ou seja, usando a produção puxada;

5º a partir destes quatro princípios e da utilização de melhorias contínuas (Kaizen) ou melhorias radicais (Kaikaku) busca-se alcançar o quinto princípio fundamental que é a perfeição do sistema.

Ainda segundo Ohno (1997), fazer grandes lotes de uma única peça – isto é, produzir uma grande quantidade de peças sem uma única troca de matriz, é uma regra de consenso de produção. Esta é, por exemplo, a chave do sistema de produção em massa de Ford. A indústria automóvel americana tem mostrado continuamente que a produção em massa planeada tem maior efeito na redução de custos. O TPS toma o curso inverso. O slogan de produção é produção em pequenos lotes e troca rápida de ferramentas. O Sistema Ford preconiza os grandes lotes, lida com grandes quantidades, e produz muito inventário. Por contraste, o TPS trabalha com a premissa de eliminar totalmente a superprodução gerada pelo inventário e custos relacionados a operários, propriedade e instalações necessárias à gestão do inventário.

No entender de Stachelski (2001), o esgotamento do modelo de produção em massa faz emergir, como resposta ao esgotamento deste modelo, processos organizacionais mais

flexíveis. Sobre flexibilidade de produção, Malvezzi (2000) explica que uma organização de manufactura não pode pressupor que suas capacidades sejam fixas e oriundas de uma engenharia de tarefas sempre racionalizada, “jogar uma partida de futebol ou basquetebol assim como actuar numa empresa de manufactura não permite que os papéis sejam fixos e predeterminados”. Complementarmente, Vince Lombardi (cit. in McCreadie, 2009), “(...) compromisso individual para o esforço colectivo – é isto que faz funcionar uma equipa, a empresa, a sociedade e a civilização.” A utilização pelas organizações japonesas de novas técnicas de gestão com o intuito de responder à crescente procura por melhores produtos, de maneira mais rápida, gerou uma nova realidade de produção industrial e, a partir desse momento, o LM começou a ser conhecido em diversos outros países, estando a tornar-se amplamente adoptado para melhorar a produtividade (Kissock, 2006).

No entender de Bonacin (2004, p. 127), pode-se definir LM do seguinte modo:

Enquanto a produção em massa tem como foco a economia de escala de produção, vendas e lucro, a filosofia da “produção enxuta”, que teve início em um trabalho pioneiro de Deming durante os anos 40, visa a qualidade dos produtos, satisfazendo, da melhor maneira possível, a crescente e diversificada clientela, fruto do mundo cada vez mais globalizado. Um conjunto de novas técnicas e estratégias são utilizados para aprimorar a qualidade e a produtividade, modificando o foco do produto por ele próprio para a qualidade no processo de manufactura.

Bonacin (2004) complementa a definição de LM comentando que a estratégia busca não só suprir as necessidades de adaptações a novas ferramentas e tecnologias, mas também melhorias na qualidade de vida do trabalhador, ou seja, além de mudanças na forma de produção de uma empresa, a valorização dos factores humanos da organização é fundamental. No sistema de produção em massa o poder de decisão estava concentrado no topo da hierarquia, pois os trabalhadores da linha de produção seguiam apenas rotinas predefinidas. Em oposição à produção em massa onde os funcionários são especialistas, estando somente restritos às suas funções particulares; no ambiente LM os funcionários devem ser flexíveis; as suas habilidades devem superar as suas funções particulares, possuir capacidade crítica e um bom desempenho no trabalho em equipa, sendo assim considerados elementos inteligentes, fundamentais para aprimorar a qualidade dos processos inerentes à produção.

Segundo Womack e Jones (1990), pode-se falar em LM quando se reduzem quantidades em comparação com a produção em grandes séries, nomeadamente: metade do espaço para fabricação, menos de metade dos stocks actuais no local de fabricação, metade do investimento em ferramentas e metade das horas de planeamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo.

De acordo com Womack e Jones (1996) o termo LM representa uma ferramenta que utiliza menos recursos para criar a mesma produção que um sistema de produção em massa tradicional, enquanto aumenta a gama de bens acabados para o cliente final. Ainda segundo estes autores, existe ainda o Lean Thinking (LT – Pensamento Lean), que é uma extensão do LM, e que dizem ser o antídoto para o desperdício, sendo este último definido como qualquer actividade humana que não acrescenta valor.

Porém, no entender de Pinto (2009), o conceito de desperdício deve ser alargado, passando a incluir não apenas as actividades humanas, como também qualquer outro tipo de actividade e recursos usados indevidamente e que contribuem para o aumento de custos, de tempo e da não satisfação do cliente ou das demais partes interessadas (*stakeholders*) no negócio.

Godinho e Fernandes (2004) descrevem o LM como “(...) um modelo estratégico e integrado de gestão, direccionado a certas situações de mercado, que propõe auxiliar a empresa a alcançar determinados objectivos de desempenho (qualidade e produtividade)”.

Ainda segundo Womack e Jones (1996), o termo LM é sinónimo de *Such as Agile Manufacturing* (fabricação ágil), *Just-In-Time* ou *JIT* (bem a tempo ou somente no momento certo), *Synchronous Manufacturing* (fabricação sincronizada), *World Class Manufacturing* (fabricação de classe mundial), e *Continuous Flow* (fluxo contínuo). Confirmando Womack e Jones, Ritzman e Krajewski (2004) referem-se ao sistema de produção JIT pelo nome de Produção Enxuta entre outros nomes. No entanto, Profeta (2003) e Drickhamer (2006) fazem distinção entre JIT e Produção Enxuta designando esta de “JIT amplo” numa alusão à sua maior abrangência ou uma evolução do JIT. Ainda a respeito da preocupação da definição do LM, Profeta (2003) percorre a literatura científica entre 1977 e 1994 e encontra as seguintes designações: método, conceito, meta, crença, filosofia, estratégia, programa, processo, estado mental, abordagem e sistema.

Para Carraro (2005), é mundialmente reconhecido o conjunto de vantagens e diferenciais competitivos gerados pela adoção da metodologia de trabalho desenvolvida pela Toyota, e denominada no ocidente como Mentalidade Enxuta. Segundo Banzatto (2001), embora seja uma crença que o sucesso do LM esteja relacionado directamente com as características do povo japonês, suas aplicações demonstram que essa filosofia pode ser empregue em qualquer parte do mundo. Como justificação dessa afirmação o autor sugere as empresas XEROX, IBM, GM, e a HP consideradas inovadoras e que implementaram o Lean.

Iaccoca Institute (cit. in Barreto, 2005, p. 8) comenta que o conceito original da manufactura ágil foi popularizado em 1991 por um grupo de pesquisadores do Iaccoca Institute of Lehigh University nos EUA:

(...) Um sistema de manufactura com capacidades extraordinárias (capacidades internas: tecnologias de hardware e software, recursos humanos, gerenciamento específico e informação) para acompanhar as rápidas mudanças de necessidade de mercado (velocidade, flexibilidade, clientes, competidores, fornecedores, infra-estrutura, poder de resposta). Um sistema que muda rapidamente (velocidade e poder de resposta) de modelos de produtos ou de linhas de produção (flexibilidade) e consegue responder à demanda do cliente (necessidades e desejos dos clientes).

Segundo Mozzato e Dikesch (2004), “(...) o sistema mundial, impregnado pelo sistema *taylorista-fordista*, recebeu uma nova visão, um outro paradigma, baseado na simplicidade, na flexibilidade, proporcionando maior competitividade para a empresa”, e complementa que o LM é um método de planear e controlar a operacionalidade do processo de produção simplificado, com menores custos, sem desperdícios de tempo, de instalações e de recursos materiais e humanos.

Cua et al. (2001) identificaram 17 práticas (figura 2.1) como associadas ao sistema LM e classificadas em quatro programas de produção:

- JIT (Just In Time);

- TPM (Total Productive Maintenance);

- TQM (Total Quality Management);

- HRM / CP (Human Resource Management / Common Practices).

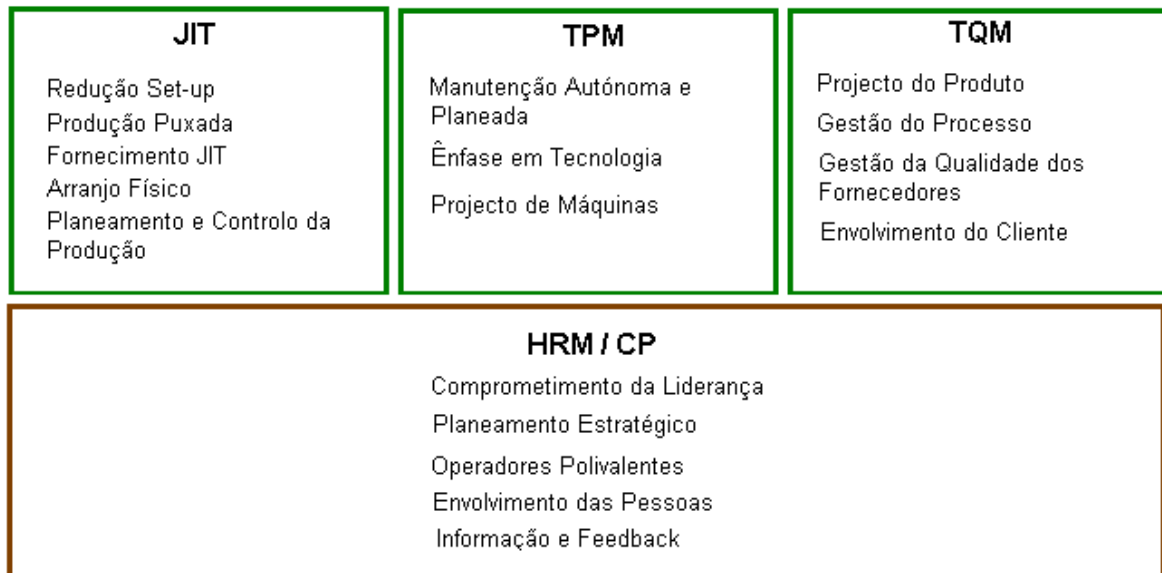


Figura 2.1 – Programas de Produção Associados ao LM

Fonte: Adaptado de Cua et al. (2001)

Os programas de JIT, TPM e TQM têm como objectivo comum tornar o sistema de produção mais eficiente e eficaz, através da melhoria contínua e da eliminação de desperdícios. A complementaridade destes programas proporciona uma ajuda fulcral na redução das actividades que não agregam valor e na redução da variabilidade dos processos. As práticas direccionadas para o programa HRM propiciam um mecanismo de suporte para a implementação dos diversos programas (Cua et al., 2001).

Hawkins (2005) sugere que a Produção Lean não insinua eliminação dos trabalhos, pois não é uma tentativa para reduzir custo por reduções e corte de pessoal, que tipicamente não têm nada que ver com reduzir trabalho. As organizações Lean reduzem custos eliminando actividades que não acrescentam valor ao fluxo de produto. Ross (2005) concorda e complementa mencionando que o LM é um modo compartilhado de pensar, e a sua forma de desenvolvimento está baseada nas ferramentas Lean, que são em grande parte ineficazes, excepto quando são apoiadas pelos correctos princípios e regras a fim de ajudar uma organização a entender como as coisas trabalham e porquê. Um destes princípios é o entendimento das perdas.

Ghinato (cit. in Assunção, 2003), ressalta que a perda pode ser vista como “(...) tudo o que não agrega valor ao produto e custa alguma coisa, desde materiais e produtos defeituosos até actividades não produtivas.” Ainda de acordo com o mesmo autor, nem todas as actividades não-produtivas podem ser eliminadas completamente, tais como preparação de máquinas e movimentação de materiais, mas podem ser optimizadas. Por outras palavras, Elias e Magalhães (2003) definem desperdício como “(...) qualquer actividade que absorve recursos, mas não cria valor”, e complementam: “(...) valor significa a capacidade de fornecer um produto ou serviço no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente.”

O LM é portanto, uma ferramenta operacional orientada para alcançar o tempo de ciclo mais curto por intermédio da eliminação do desperdício (Tinoco, 2004; Rio, 2006). Segundo Cuatrecasas (2006), o sistema LM é o enfoque de gestão que vai possibilitar o desenvolvimento das empresas de forma ordenada numa sequência de fases que conduzem à competitividade, uma vez que permite obter produtos e serviços com rapidez e baixo custo, evitando levar a cabo actividades não necessárias (também chamadas desperdícios).

Para Werkema (2006), o LM é uma iniciativa que busca eliminar desperdícios, isto é, excluir o que não tem valor para o cliente e imprimir velocidade à empresa.

Já no entender de Correa & Gianesi (1996), na filosofia LM, a organização e a limpeza são itens fundamentais para o sucesso de aspectos como confiabilidade dos equipamentos, visibilidade dos problemas, redução de desperdício, o controle e aprimoramento da qualidade, condição moral dos trabalhadores entre outros. Paralelamente, Slack (2002) sugere que o LM é um conjunto de princípios e ferramentas que fornecem as condições operacionais para suportar esta filosofia.

Ohno (1997) e Guelbert (2002) conceituaram as sete perdas. Elas devem ser “atacadas” simultânea e articuladamente, mas sempre visando a redução de custo. As sete perdas são:

- perdas por superprodução: estas são as piores perdas por terem a propriedade de esconderem as demais e pela dificuldade de serem eliminadas. A perda por superprodução pode ser por produzir a mais do que o necessário ou produzir antecipadamente as necessidades. Kanban e balanceamento da produção com uso de módulos de sistemas de

informação integrados como Master Resource Planning (MRP – Planeamento Mestre de Recursos) e Planeamento e controlo da produção (PCP) são importantes aliados para o combate deste desperdício;

- perdas por transporte: relaciona-se com as actividades de movimentação de materiais que geram custo e não agregam valor. A melhoria do *layout* é uma das técnicas mais importantes para combater este desperdício;

- perdas no processamento: é o excesso do processamento nas actividades. A engenharia e análise de valor são importantes técnicas para minimizar este desperdício que pode ser eliminado sem alterar as funções básicas do produto;

- perdas por fabricação de produtos defeituosos: os produtos defeituosos, ou seja, fora das especificações de produção são responsáveis pelo surgimento de técnicas como o *Poka-yoke* (mecanismos à prova de falha humana);

- perdas por movimento: relativas às perdas por movimentos desnecessários realizados pelos operadores de máquinas na execução de uma operação. Uma técnica importante utilizada para combater esta perda é o estudo de tempos e movimentos. Pela crescente evolução dos equipamentos e dispositivos, através da automação, as operações manuais podem cada vez mais ser transferidas para a máquina, mas isto só é recomendado depois de terem sido esgotadas todas as possibilidades de melhoria na movimentação do operário e nas rotinas das operações;

- perdas por espera: consiste na paragem de um processo por um operador ao longo do tempo, embora seus custos horários continuem a ser dispendidos. As perdas podem ser de três tipos: a espera do operador pela máquina, que ocorre geralmente quando a máquina está a processar a peça, falta de equipamento e a espera que ocorre por falta ou atraso da matéria-prima, por desbalanceamento da produção e tempo de *setup*. A Troca Rápida de Ferramentas, desenvolvida por Shingo e Kanban para a sincronização da produção são algumas das técnicas utilizadas para eliminação das perdas por espera;

- perdas por stock: o excesso de stock gera custo financeiro, pois os dividendos empregues na sua aquisição, transporte e armazenagem, poderiam estar investidos em áreas mais rentáveis ou mais carentes de recursos na empresa. O balanceamento da produção, melhorias no *layout*, fabricação em pequenos lotes e técnicas de troca rápida de ferramentas minimizam esta perda.

No entender de Suzaki (2010), a dificuldade na eliminação do desperdício é que a maior parte de nós não centra os seus esforços na sua identificação e eliminação. Acrescenta ainda que, as metodologias de engenharia industrial podem ser fundamentais para melhorar as operações, mesmo assim, a abordagem básica para melhorar é simplificar, combinar e eliminar. De acordo com Peter Drucker (cit. in Pinto 2006), não há nada mais inútil do que fazer de forma eficiente algo que nunca deveria ter sido feito. Através desta frase poder-se-á compreender inequivocamente a verdadeira abrangência da palavra desperdício.

Fujio Cho da Toyota (cit. in López 2007), define o desperdício como tudo o que não seja a quantidade mínima de equipamento, materiais, peças, espaço e tempo de trabalhador, que sejam absolutamente essenciais para acrescentar valor ao produto. Através desta definição é possível apresentar a seguinte fórmula: $\text{Custo} = \text{valor} + \text{desperdício}$. Resultante da fórmula anterior, López (2007) apresenta a expressão: $\text{Lucro} = \text{Preço de venda} - (\text{valor} + \text{desperdício})$. Observando a expressão anterior, para se obter maiores ganhos (ou simplesmente ter ganhos em vez de perdas) é necessário atacar o desperdício, reduzindo-o ao mínimo.

Embora o conceito não seja revolucionário, López (2007) afirma que para um número significativo de responsáveis máximos de várias empresas, seria difícil responder a perguntas tão simples como as seguintes:

- qual a parte das suas actividades que constituem desperdícios?
- qual é o custo do desperdício nas suas actividades?
- qual a percentagem de desperdício que se pode eliminar?
- qual a poupança que se pode conseguir com estes esforços?

- o que se está a fazer realmente orientado para reduzir o desperdício?

Cuatrecasas (2002), sustenta que o sistema LM fundamenta-se em duas características básicas:

- por um lado na flexibilidade dos produtos, processos, postos de trabalho e polivalência do trabalhador;
- por outro lado na eliminação do desperdício.

Segundo Calado (2006), Fontanini (2004), Reis (2004), Favaro (2003), Womack e Jones (1990) e Womack et al. (2004), existem cinco princípios do pensamento Lean; são eles:

- atribuição de valor: dá-se pelo cliente por força da sua necessidade e não pela empresa, cabendo para esta última a interpretação desta necessidade, transformando-a em produto ou serviço, atribuindo assim um preço que cubra os custos e dê possibilidade de lucros, busca pela melhoria contínua dos processos, eliminando os desperdícios, reduzindo os preços e aumentando a qualidade;
- cadeia de valor: são as actividades inerentes para que se possa projectar, comprar e ofertar ao mercado um produto específico, ou seja, desde a concepção do lançamento até às mãos do cliente;
- fluxo de valor: é o acto de analisar a cadeia produtiva, identificando os processos que geram valor, os que não agregam valor e os que não geram valor, porém são importantes para a manutenção da qualidade. Entende-se como o conjunto de todas as acções que visam um processo sem interrupções, perdas ou contra fluxos ao longo da cadeia produtiva;
- puxar: procurar que o cliente puxe a produção, de forma a não produzir sem necessidade e depois empurrar o produto, eliminando os excessos, possibilitando a redução de tempo, esforços, erros e custos;

- busca pela perfeição: não é nada mais do que a eliminação de toda e qualquer actividade que consuma recursos e não agregue valor ao produto, é deixar o processo transparente para que todos os que actuam na cadeia de valor, entendam, visualizem e ajam para eliminar os desperdícios.

Para Rotondaro (2002), pode-se definir as etapas de um projecto de melhoria, com recurso aos princípios e ferramentas do LM. As etapas são apresentadas nos anexos I e II.

Michel (2005) complementa escrevendo que o sucesso do Lean depende de uma integração de táticas e técnicas a uma cultura que facilite sua implementação, acrescentando ainda que os componentes fundamentais de sucesso devem incluir a flexibilidade e a resposta rápida.

Cumulativamente, López (2007), defende que a elevada competitividade da filosofia Lean deriva da confluência de diversos objectivos:

- um elevado nível de produtividade, sobretudo para a eliminação de actividades sem valor acrescentado. A produtividade, ainda que se baseie em princípios distintos, é o objectivo fundamental, para não dizer o único, da gestão clássica aplicada ao longo do século XX;
- grande rapidez na entrega de produtos e serviços ao cliente, dado que se eliminam tempos mortos e actividades que se consideram como desperdício;
- minimização dos custos, como consequência da eliminação dos desperdícios e, em geral, de todo o consumo não necessário de recursos;
- a obtenção de produtos com um nível de qualidade óptimo;
- toda a flexibilidade necessária para que a empresa se ajuste a cobrir a demanda que recebe e só a que recebe e quando a recebe.

Atendendo às definições anteriormente apresentadas, o LM é um método de organização e produção que visa reduzir quantidades de tudo para, conseqüentemente, reduzir também os desperdícios existentes em todo o processo da cadeia de valor. Dada a abrangência do LM, existem inúmeros livros que o abordam, sendo vulgar em muitos deles a sua ligação a outros conceitos, nomeadamente: Análise Modal de Falhas e seus Efeitos, Ciclo PDCA, Desdobramento da Função da Qualidade, Just in Time, Kanban, Kaizen, Lean Services, Lean Seis Sigma, Lean Thinking, Mapeamento da Cadeia de Valor, Seis Sigma, Single Minute Exchange of Die, Sistema Pull, Total Productive Maintenance, Toyota Production System, 5 S, entre outros.

2.2.2. Implementação do LM

Segundo Kissock (2006), o primeiro passo para implementar o LM é o desenvolvimento de diagrama de fluxo de processo (através do VSM), o qual deve identificar a sucessão de operações (as entradas e saída de materiais), o processo deve ser seguido pelo inventário de materiais e compras, análise das células de fabricação, fluxo de materiais, desenvolver a automatização, definir o controlo de qualidade e por último executar a manutenção preventiva.

Elias e Magalhães (2003) comentam que o LM tem aplicabilidade mais evidente nas indústrias que produzem de acordo com processos repetitivos em lote, como a indústria de produção de electrodomésticos e metalúrgicos. Mas Kissock (2006), desenvolve adaptação da estratégia e implementa o LM numa empresa de energia eléctrica mostrando que os conceitos Lean podem também ser inseridos em empresas que não são de manufactura.

Rio (2006) constata num estudo do Instituto Lean Manufacturing que 36% dos participantes em programas Lean viram suas organizações regressar às antigas maneiras de trabalhar. Sugere por isso no seu estudo uma sequência para a implementação, no primeiro ano, das seguintes ferramentas:

- Cinco Sentidos (5S);

- VSM;

- SMED;

- Produção celular;

- Kanban.

Sobre o desenvolvimento em chão de fábrica, Womack e Withers (2000) e Rio (2006) concordam com a aplicação do Lean em áreas ou produtos mais fáceis para mostrar alguma realização, tal como ganhar confiança e credibilidade interna para a organização e clientes. Para Hunter (2004), a implementação do LM nas empresas deve ser realizada de uma maneira bem coordenada e estruturada.

Segundo Corrêa e Gianesi (1993), a implementação do sistema do LM requer uma abordagem sistemática na qual vários aspectos da empresa são modificados. Alguns deles são pré-requisitos para a implementação de tal sistema, entre quais podem citar-se:

- comprometimento da gestão de topo: mudança para a mentalidade Lean;

- medição e avaliação de processos: indicadores de desempenho alinhados aos objectivos do LM;

- estrutura organizacional: especialistas devem capacitar os operadores a assumirem responsabilidades (por exemplo qualidade e manutenção);

- organização do trabalho: ambiente de trabalho que favoreça a flexibilidade, comunicação e trabalho em equipa;

- conhecimento de processos e fluxos: compilação de fluxos de materiais e de informações.

Hirano (1988), sugere outras etapas do processo de implementação do sistema LM, a saber:

- recolha de dados;
- análise do problema;
- delineamento de alternativas de soluções baseadas em princípios da metodologia Lean.
- desenvolvimento da solução com aproveitamento das práticas da metodologia Lean;
- implementação da solução;
- operação da solução.

Dado que o sucesso da implementação do LM depende em grande escala da capacidade de mudança de cada organização, sugere Hirano (1988) que, como líder de uma revolução dentro da empresa, o presidente deve mudar o seu modo de pensar, assim como os colaboradores precisam aprender novos métodos por meio de reuniões diárias ou semanais.

Papadopoulou e Özbayrak (2005) reforçam que, após a selecção e implementação do conjunto de práticas do LM, é necessário acompanhamento e comprometimento da gestão de topo para que se alcancem os resultados desejados.

Existem no entanto, divergências de opinião, conforme sustenta Robbins (2004, pág. 150):

(...) Dados provenientes de numerosos estudos demonstram que, em muitas situações, as acções dos líderes são irrelevantes. Certas variáveis individuais, organizacionais ou relativas ao trabalho em si podem funcionar como substitutas da liderança ou neutralizar a capacidade formal do líder influenciar positiva ou negativamente as atitudes e a eficácia dos seus liderados.

Tendo por base os conceitos apresentados anteriormente, Gilsa, da empresa Soma – Cursos e Consultoria, (<http://www.somacursos.com.br>), resume através da figura 2.2, o modelo de implementação do LM, dividido em quatro passos:

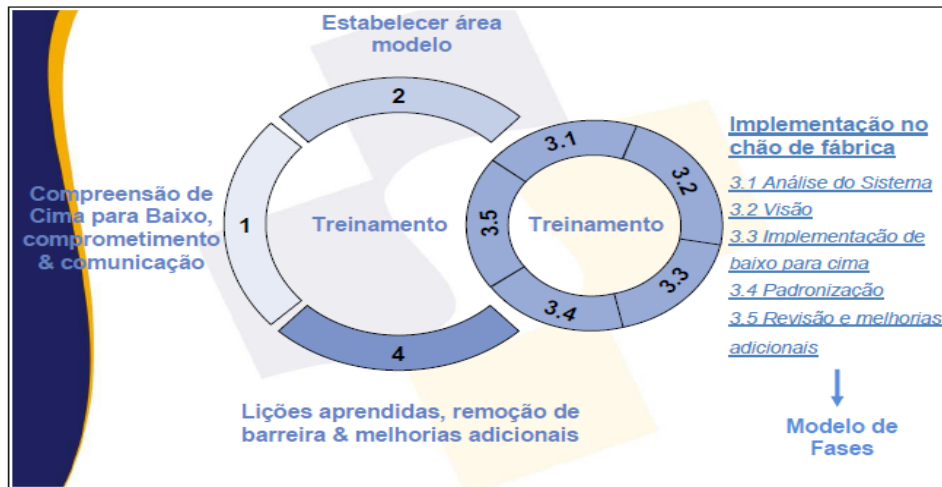


Figura 2.2 – Passos para a implementação do sistema LM.

Fonte: Gilsa (<http://www.somacursos.com.br>)

Por outro lado, Silva, da empresa de consultoria – Lean em Portugal, (<http://leanemportugal.webs.com/>) defende que a implementação do LM deverá ser distribuída em sete etapas:

1 - A visão *Lean*

- o estado que a Organização pretende atingir.
- indicar o rumo que a Organização vai tomar.
- a definição da visão tem de ser compartilhada com toda a Organização.

2- Por onde começar?

- primeiro tem que se reconhecer que não existe “uma única via” para o *Lean Manufacturing*. Cada Empresa é diferente das outras.

- produção peça-a-peça, Kanban, Produção Celular, Redução do Lote e Nivelamento da Produção não são aplicáveis universalmente.
- a Gestão terá que avaliar e decidir sobre o caminho a seguir e onde está “A fruta ao alcance da mão” ou a “Mina de ouro”.
- as técnicas e ferramentas a escolher e os métodos a aplicar deverão reflectir as realidades do negócio da Empresa.

Uma abordagem prática:

1. escolha uma família de produtos em cujo processo queremos reduzir desperdícios.
2. realize o VSM do estado actual.
3. realize o VSM do estado futuro.
4. identifique as oportunidades de melhoria necessárias para passar do estado actual ao estado futuro.
5. crie um acontecimento *Kaizen* para cada oportunidade.
6. implemente os *Kaizens*, imediatamente e com agressividade. Não tenha receio de cometer erros. Seja persistente, trabalhe sem interrupções e derrube as barreiras que surgirem no caminho.

Regras importantes:

- despende 10% do tempo em planeamento e 90% na implementação.
- saber qual é a maior necessidade da Empresa, é a chave para iniciar um programa Lean com grande possibilidade de sucesso.

- o importante é fazer; só assim se aprende.

3- Diagnóstico Lean:

- antes de se iniciar a “Caminhada Lean” é essencial conhecer-se o estado actual da organização.
- um bom processo para se obter este conhecimento é realizar o “Diagnóstico Lean”.

Aspectos a considerar no diagnóstico:

- efectuado por pessoa(s) experiente(s) em colaboração com colaboradores da empresa.
- utilização de questionários adaptados à empresa.
- baseado em visitas às áreas operacionais, seguindo os fluxos de valor e em entrevistas.
- são necessários alguns dados quantitativos.
- duração de 1 a 3 dias, dependendo da dimensão e complexidade da empresa.

Elaboração de relatório contendo duas partes:

- tem de acrescentar valor, permitindo que a empresa retire de imediato um retorno tangível;
- o diagnóstico deve ser considerado pela empresa como o primeiro passo da “Caminhada Lean”.

4- Os recursos:

- dependendo dos recursos humanos e materiais disponíveis, poderão, ou não, ser contratados Consultores.
- não desperdice os recursos disponíveis na Empresa.
- outras Empresas da sua zona geográfica que pretendam aumentar a sua produtividade poderão estar interessadas em criar uma *pool* de recursos.
- as Universidades e Institutos Tecnológicos poderão dispor de pessoas com conhecimentos para efectuar seminários e acções de formação.

5- O *benchmarking*:

- procure saber o que as outras Empresas estão a fazer.
- permuta experiências, problemas e compare resultados mesmo com Empresas concorrentes.
- promova ou participe em encontros ao nível de associações empresariais ou profissionais.
- lembre-se que o *benchmarking* não é copiar mas sim adaptar as boas práticas à nossa Organização, inovando sempre.

6- Formação e treino:

- a longo prazo, os resultados alcançados e a sua manutenção dependerão dos conhecimentos e aptidões das Equipas da Empresa.

- assim, a implementação do Lean Manufacturing deverá começar por basear-se num plano de formação alargado.
- ser-se apenas capaz de repetir os “chavões” não é suficiente.
- toda a Equipa de Gestão, desde os Supervisores de Linha até à Administração ou Direcção-Geral, deverão, no mínimo, possuir os conhecimentos básicos sobre Lean Manufacturing.

7- Liderança e participação:

Para finalizar, alguns aspectos importantes:

- todos deverão participar.
- o Lean é uma “caminhada colectiva”.
- a adopção do Lean será um esforço para determinar que tipo de Empresa é a sua e saber onde estão os verdadeiros Líderes.

Factor de sucesso - o papel da Gestão de Topo:

- definir e partilhar a Visão.
- envolvimento em todas as fases do Lean.
- assegurar a liderança do processo de transformação cultural.
- demonstrar claramente o seu empenho para a prossecução dos objectivos.
- reconhecer e premiar o esforço e dedicação dos Colaboradores.

Apesar da transversalidade da maioria das práticas Lean, consoante os objectivos, deverão ser avaliadas quais as práticas mais vantajosas. Cua et al. (2001) dá o exemplo, caso uma empresa defina como objectivo a redução de custos, o JIT, TPM e TQM poderão ser as práticas mais aconselháveis; se por outro lado se desejasse atingir altos níveis de qualidade, outro conjunto de práticas, incluindo as de TQM, deveriam ser mais apropriadas. As práticas do LM relacionadas com o programa HRM apresentam uma correlação tendencialmente forte / moderada com a melhoria do desempenho em grande parte das dimensões competitivas. Nesse sentido, fica demonstrada a preponderância destas práticas, corroborando Corrêa e Giansi (1993), que defendiam que o comprometimento da liderança, o envolvimento das pessoas, a medição e avaliação dos processos são pré-requisitos para a implementação do sistema LM. Paralelamente, Vokurka et al. (2007), avaliaram o impacto destas práticas sobre três diferentes tipos de flexibilidade: volume, produto e entrega. Os resultados da pesquisa confirmaram as diferentes correlações associadas aos diferentes tipos de flexibilidade.

Práticas como redução no tempo de *setup* e de planeamento e controlo de produção apresentaram uma correlação mais forte com a flexibilidade de entrega, ou seja, com a habilidade de mudar as datas de entrega planeadas ou assumidas.

Sendo certo que a implementação das práticas LM dependem de vários factores já demonstrados, importa referir que o grau de complexidade varia frequentemente, de tal modo que, no entender de Miyake (2002), a complexidade e investimentos relacionados com o processo de implementação de práticas do sistema LM podem surgir em três níveis:

- projectos simples de impacto incremental: as mudanças a serem realizadas são geralmente fáceis, rápidas e de baixo custo (ex. *poka-yokes*, dispositivos para transferência de materiais, procedimentos de limpeza e lubrificação, entre outros);
- projectos de média complexidade e impacto intermédio: requerem a interacção da produção com o pessoal; o valor do recurso que se pretende melhorar é intermediário, assim como os investimentos (ex. *Kanban*, redução do tempo *setup*, arranjo físico celular, entre outros);

- projectos complexos e de grande impacto: o propósito é estratégico, o objectivo é grande e o valor do recurso que se pretende melhorar é alto, assim como os investimentos (por exemplo fornecimento JIT, *setup* rápido para máquinas caras, revisão geral do arranjo físico, entre outros).

Provando a especificidade de cada empresa, um estudo conduzido por Lewis (2000), demonstra que cada empresa segue uma trajetória particular quando analisada a sequência das práticas LM aplicadas. Acresce que, segundo o mesmo estudo, foram observadas duas situações relevantes: considerável variação do número, da duração e da complexidade de cada prática; e influência directa da sequência de implementação nos resultados da empresa. Cumulativamente, Bhasin e Burcher (2006) afirmam que as grandes dificuldades enfrentadas pelas empresas ao tentarem implementar o LM estão na falta de direcção, de planeamento e de uma sequência de projecto adequada.

No entender de López (2007), com a adopção de um projecto Lean, são espectáveis os seguintes benefícios:

- redução do *Lead Time*: reduzir o tempo necessário para obter um produto desde que entra no sistema produtivo até que sai, é um dos objectivos da filosofia Lean; isto é, conseguir que o produto se mova de processo em processo sem ficar parado como stock em curso. Conseguir que o produto não pare traduz-se em importantes poupanças para a empresas, já que não terá de dedicar recursos a mover, colocar e recolocar material, além da ocupação de espaço e o custo financeiro que ele supõe;

- redução de stock em curso: uma redução no *Lead Time* comporta uma redução imediata no stock em curso. Pense-se num processo produtivo em linha formado por três sub-processos com tempos de ciclo muito desiguais. Isto provocará que o *Lead Time* dos produtos seja muito elevado e, conseqüentemente, o stock em curso. Ao decompor-se os sub-processos em operações elementares e atribuir a cada posto de trabalho uma quantidade de operações de tal forma que os tempos de ciclo sejam muito parecidos, terá um efeito imediato no *Lead Time* e na redução dos stocks;

- aumento da produtividade: quando um processo avança em direcção a um estado mais eficiente, geralmente a produtividade humana, medida em unidades produzidas por unidade de tempo e pessoa, aumenta;
- diminuição do espaço necessário: nas implementações Lean, geralmente aparece um benefício, que é a poupança de espaço ocupado devido ao menor espaço que ocupam os processos, especialmente com a implementação das células em U;
- diminuição dos custos da não qualidade: geralmente, quando numa empresa se introduz a fabricação em fluxo unitário unida a um auto-controlo ao finalizar cada operação, até que o número de falhas encontradas nos produtos finais diminua de forma importante;
- aumento da flexibilidade: uma vez implementados os aspectos essenciais da gestão Lean e eliminados os desperdícios, o passo seguinte é a introdução da flexibilidade que permita, mantendo o processo altamente eficiente em todos os aspectos, (tempos de processo baixos, ausência de stocks, ausência de tempo de paragem, equilibrado e produtividade alta), o tempo de ciclo possa variar a fim de adaptá-lo ao *Takt Time*.

Apesar das práticas associadas aos sistemas LM promoverem, habitualmente, vantagens competitivas, a sua adopção não garante, por si só, o sucesso das organizações. Infelizmente, este modelo não é composto apenas de virtudes.

Existem, por conseguinte, algumas limitações atribuídas ao LM; as mesmas devem ser entendidas de forma talvez ainda mais importante que os seus atributos de eficiência, pois tratam-se de situações nas quais a implementação do sistema LM, nos seus mais variados modelos, pode gerar o efeito contrário ao esperado, acarretando a ineficiência organizacional. Em primeiro lugar, é necessário considerar-se as questões pertinentes relativas aos recursos humanos da organização. Pese embora o facto do sistema LM ser capaz de motivar os trabalhadores na medida em que aumenta o nível de exigência e participação destes, reduzindo a rotina das operações, é necessário ter em conta que o sistema Lean tem como imprescindível uma maior cooperação e confiança entre trabalhadores e administração.

A adoção da produção Lean pode, também, resultar em altos custos na sua fase inicial, se, por exemplo, a sua implementação preconizar fortes investimentos no re-arranjo físico de uma linha produtiva. Para a empresa de consultoria Brief (<http://www.brief.com.br/downloads/lean.pdf>), os obstáculos e limitações associados ao LM, podem ser apresentados conforme a figura 2.3.



Figura 2.3: Obstáculos e limitações associados ao LM

Fonte: Brief (<http://www.brief.com.br/downloads/lean.pdf>.)

Pelo exposto, o LM é considerado uma metodologia que possui várias aplicações na gestão de organizações, desenvolvendo métodos que preconizam a redução de desperdícios e, portanto, pode relacionar-se na implementação paralela com ferramentas orientadas para a gestão estratégica de produção.

O termo LM neste trabalho não possui distinção aos termos Produção Enxuta ou Produção Magra, Manufactura Enxuta, bem como a abreviação Lean.

2.2.2.1. Importância da Gestão de Topo na Implementação do Lean Manufacturing

A Gestão de Topo tem um papel fundamental na implementação do LM, influenciando directamente na motivação dos funcionários. Diversos autores dão destaque a este aspecto, considerado por muitos como primordial para o sucesso da produção Lean.

Womack e Jones (1996) citam o exemplo da Jacobs Vehicle Equipment Company, que contratou Yoshiki Iwata, Akira Takehara e Chihiro Nakao, três senseis (mestre, em japonês) Lean da Toyota, para uma consultoria sobre seus processos. Na sua primeira visita à fábrica, começaram a deslocar máquinas pesadas sozinhos com o objectivo de melhorar os fluxos. Os colaboradores da empresa, ao verem esses senhores fazerem as mudanças por conta própria, sem a ajuda de outras pessoas, passaram a acreditar e a cooperar com o processo Lean.

Chung (1996), Lathin e Mitchell (2001), Siekman (2000), Prabhu (1992) e Bidanda et al. (2001) (cit. in Bhasin e Burcher 2006) dão destaque à recorrente falta de atenção ao factor humano na implementação do LM, e às consequências negativas decorrentes desse facto. Por outro lado, de acordo com Smeds (1994), o conceito de gestão está a mudar, em virtude da competitividade crescente e do ritmo acelerado das mudanças tecnológicas e organizacionais. Ao invés de dar atenção às operações, devem-se gerir inovações, implementando com sucesso e rapidamente novas práticas e sistemas de gestão integrados. Para o processo ter resultado positivo, Kanter (1983) e Smeds (1994), destacam a necessidade de um “campeão da mudança”, ou seja, alguém para animar a implementação do LM, incentivando os funcionários a adoptarem a mentalidade Lean e a colaborarem com suas ideias.

2.3. Mapeamento da Cadeia de Valor (VSM)

2.3.1. Conceito

Segundo o instituto de pesquisa sobre a produção Lean – Lean Summit (Marchwinski e Shook, 2003) o mapeamento da cadeia de valor (VSM – Value Stream Mapping), é uma das ferramentas mais utilizadas a partir da mentalidade Lean. A técnica do mapeamento de Valor, segundo Rother e Shook (1998), foi utilizada originalmente na Toyota sob a denominação de “Mapeamento do Fluxo de Materiais e Informações” sendo uma “ferramenta que, através do

uso de lápis e papel, ajuda a descrever e compreender o fluxo de material e informação ao longo do fluxo de valor”. A técnica de mapeamento de valor passou a ser mais difundida no ocidente a partir da publicação da obra “Learning to see” dos autores Mike Rother e Jonh Shook, em 1998 (Isatto, 2005).

Esta ferramenta, no entender de Rother e Shook (1998), é um método de modelagem de empresas com procedimento dedicado à construção de cenários de manufactura. Analisa tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações e contribui para o processo de visualização da situação actual, além de sustentar a construção da situação futura. Conforme Rother e Harris (2002), integram homem (pessoas), material, máquinas e métodos e para isto é necessário fazer três perguntas: “como a informação flui? Como o material flui? Como os operadores fluem?” Cada uma das questões sugere a análise profunda da produção, no âmbito dos problemas inerentes ao processo, criação de valor e eficiência do operador.

Segundo Pinto (2009), o VSM é um método muito útil e tem sido um dos mais utilizados no universo de aplicações Lean Thinking em empresas industriais e de serviços. Este é um método simples e eficaz que, numa fase inicial, ajuda a gestão, a engenharia e as operações a reconhecerem o desperdício e a identificarem as suas causas. Para Shingo (1996), a produção consiste num grande fluxo de processos e operações, sendo cada processo um fluxo de material. O processo é a transformação da matéria-prima em produtos semi-acabados, e as operações são os trabalhos realizados para efectivar essa transformação – a interacção do fluxo de equipamento e operadores no tempo e no espaço.

Womack et al. (2004), defendem que o mapeamento da cadeia de valor propõe progressão por meio de dois estados, a identificação actual e a proposição do ideal que será a proposta futura. Por sua vez, Machado (2006) apresenta o VSM como uma ferramenta de análise do fluxo de valor associada ao desenvolvimento de produto, que influencia na sua qualidade, pois, se não houver compreensão desse fluxo, a interpretação do valor do cliente perde-se e as mudanças realizadas no processo deixam de proporcionar as melhorias necessárias para o cliente.

No entender de Slack et al. (2008), o objectivo do fluxo é centralizar um produto específico e fazê-lo fluir pela empresa a partir de ferramentas de reavaliação dos processos de trabalho e de redução de desperdícios. O VSM é assim um ponto de partida para qualquer empresa que

deseje elaborar um plano de melhoria, onde se pretenda a obtenção de resultados, focalizando a sua abordagem na produtividade, qualidade e redução de desperdícios. Para o efeito, a cadeia de valor surge como determinante nesta ferramenta. No entender de Porter (2002), a cadeia de valor vai ao encontro dos anseios de uma gestão eficaz, onde cada empresa se configura como tão somente uma parte de uma cadeia de valor macro, na qual esta se insere.

Segundo Rother e Shook (1999), uma cadeia de valor é toda a acção (agregando valor ou não) necessária para fazer passar um produto por todos os fluxos essenciais de produção. Os fluxos poderão ser designados distintamente:

- o fluxo de projecto ou produto – da concepção ao lançamento.

- o fluxo de produção – desde a matéria-prima até ao consumidor;

Na execução de um mapeamento, ambos os fluxos devem ser considerados com a mesma importância, porque os desperdícios podem estar ligados a actividades informativas ou produtivas, influenciando a análise. Womack e Withers (2000), defendem que o envio de informações para o chão de fábrica, pode causar todos os tipos de perdas se não for planeado apropriadamente. No anexo III, apresenta-se um exemplo de um VSM com fluxos de informação e material de uma empresa. Womack e Jones (1998) afirmam que o mapa da cadeia de valor é a mais importante ferramenta para realizar os progressos sustentáveis na guerra contra as perdas. Os conceitos Lean são assim mais proveitosos quando fundamentados numa cadeia de valor Lean. Deste modo, o mapeamento da cadeia de valor permite identificar todos os processos e fluxos, independentemente do seu grau de complexidade ou transparência. De acordo com Rother e Shook (1999) e Ghinato (1999), o mapeamento da cadeia de valor é uma ferramenta essencial pois:

- ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Pode-se ver o fluxo;

- ajuda a identificar mais do que as perdas. Mapear ajuda a identificar as fontes de perdas na cadeia de valor;

- fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufactura;
- torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que possam ser discutidas;
- unifica conceitos e técnicas Lean, o que ajuda a evitar a implementação isolada de técnicas;
- forma a base de um plano de implementação. Os mapas da cadeia de valor tornam-se referência para a implementação Lean;
- apresenta a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
- o mapa da cadeia de valor é uma ferramenta qualitativa que descreve como a unidade produtiva deveria operar e o que será feito para criar o fluxo.

Segundo Shank (1995), é fundamental a percepção da diferenciação relativa, na qual o valor percebido pelos clientes em potencial, é um factor indispensável à elaboração do planeamento estratégico voltado para cada actividade em particular, em função da potencialidade de gerar valores ao contexto no qual actua.

Hines & Taylor (2000), acrescentam que as suas pesquisas mostraram que nas empresas de manufactura que não sejam de classe mundial, foram encontradas três tipos de actividades, em média, na seguinte proporção:

- 5% das actividades agregam valor;
- 35% das actividades são necessárias mas não agregam valor;
- 60% das actividades não agregam valor.

Por sua vez, Liker (2007), defende que o propósito do VSM não é passar por uma operação para procurar e destruir perdas. O propósito é criar um fluxo de valor estendido em que todos os funcionários sejam forçados a pensar, resolver problemas e eliminar perdas.

Para se manter o fluxo de valor de acordo com a filosofia Lean, devem aplicar-se os princípios do LM, que no entender de Rother e Shook (2003) são:

- *Takt Time* – tempo que o mercado estabelece para a produção de uma peça, ou seu processamento em cada célula, de forma que a produção possa acompanhar a procura;
- estratégia de produtos acabados;
- fluxo contínuo da produção;
- sistema puxado (utilizar Kanban);
- eliminar os desperdícios - defeitos, produção excessiva, espera ou atraso, não uso de pessoas, transporte, inventário, movimentação e processamento excessivo.

Segundo Pinto (2006), o VSM é um bom ponto de partida para iniciar a jornada Lean nas empresas porque:

- ajuda a visualizar mais que um processo. Permite uma visão de toda a cadeia de valor não se concentrando em partes específicas;
- permite identificar algo mais que o desperdício. Ajuda a identificar as suas origens ao longo de toda a cadeia de valor;
- fornece uma linguagem comum, simples e intuitiva;
- favorece uma abordagem global aos conceitos e ferramentas Lean;

- fornece uma base para um plano de implementação;
- demonstra a ligação entre fluxo de materiais, capital e informação.

Ainda segundo o mesmo autor, à medida que as exigências do mercado vão aumentando, a evolução da cadeia de valor ocorrerá de um modo gradual, tal como apresentado na figura 2.4.



Figura 2.4 – Os passos evolutivos do VSM

Fonte: Pinto (2006)

2.3.2. Implementação do VSM

No entendimento de López (2007), os passos que uma organização deve seguir para levar a cabo a implementação do VSM são os seguintes:

- seleccionar uma família de produtos. Família de produtos é um conjunto de variantes de produto que se submetem a um processo de fabricação similar utilizando meios de produção comuns;
- formar a equipa de pessoas participantes na análise;

- desenhar os processos de produção básicos seguidos pelo produto, identificando os parâmetros chave de cada processo;
- traçar o mapa de fluxo de material, isto é, como se move o material de processo em processo, que inventários existem e de que magnitude, assim como a análise de fluxo das matérias-primas dos fornecedores até à empresa e do produto acabado para os clientes;
- desenhar o mapa de fluxo de informação entre o cliente e a empresa, entre a empresa e os fornecedores e entre o departamento de planeamento e os processos de produção;
- calcular o *Lead Time* total do produto.

Para Liker (2007), existem algumas dicas a serem observadas na elaboração do mapa:

- usar o mapa do estado actual somente com base para elaboração do mapa de estado futuro;
- o mapa do estado futuro representa o conceito daquilo que se tenta realizar;
- o mapeamento do estado futuro deve ser facilitado por alguém com profundo conhecimento do sistema Lean;
- o propósito do mapeamento é a acção;
- não desenvolva o mapa antes da hora;
- alguém com poder administrativo deve liderar;
- não planeie e faça apenas, confira e aja também.

Para a elaboração do mapeamento, sugere-se que se reúnam as informações (papel, lápis e borracha), entrevistar as pessoas, verificar registos, verificar *in loco*, acompanhar,

cronometrar, analisar e registar tudo o que se vê. Somente depois, deve ser elaborado o mapa do estado actual tendo já base de conhecimento para elaboração do mapa de estado futuro; por isso, propõe-se a elaboração do mapa do estado actual tendo em mente a criação do mapa do estado futuro. Rother e Shook (1999) sugerem, conforme a figura 2.5, que o mapeamento da cadeia de valor deve ser formulado em quatro etapas:



Figura 2.5 – Etapas do Mapeamento da Cadeia de Valor

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1999)

Pinto (2006) enfatiza que o primeiro passo do VSM é pegar numa folha de papel e num lápis e começar a desenhar o estado actual recorrendo à simbologia VSM, apresentada no anexo IV. Os símbolos VSM fornecem uma linguagem comum, simples e intuitiva que facilita a compreensão do estado actual ou o planeamento das etapas para alcançar o estado futuro.

Tendo por base a correcta implementação do VSM, López (2007) inúmera os seus benefícios:

- ajuda a ver os processos individuais e o conjunto de todos eles;
- não ajuda somente a ver o desperdício, mas também a sua origem. Deste modo permitirá eliminá-lo facilmente;
- sente as bases de um plano de implementação Lean, ajudando a desenhar como deveria ser o fluxo completo;

- mostra a união entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais. Neste sentido não é uma ferramenta de informação de dados (*lead time*, distância de recolhas, stocks em curso) de forma isolada, mas descreve como deveria ser a fábrica para que tudo funcionasse em fluxo.

Num contexto actual de mercados cada vez mais globalizados e competitivos, é fundamental que os gestores de empresas, principalmente no ramo da indústria, sejam sensibilizados para a importância do processo de decisão voltado para a interactividade, até porque, com base no VSM, será sempre possível constatar as oportunidades de melhoria em todo o processo e não somente em actividades separadas.

2.3.2.1. Selecção da Família de Produtos

Para Womack e Withers (2000), a selecção da família de produtos serve para simplificar a realidade pelo agrupamento de diversos produtos em poucas famílias de produtos, pois em muitas empresas tem-se milhares de produtos e é muito trabalhoso e complicado desenhar o mapa da cadeia de valor para cada produto. Esta definição está habitualmente relacionada com utilizações comuns de recursos e processos. Segundo Antunes (1994) e Silveira (1998), os métodos de formação de famílias são: análise visual, classificação e codificação (Optiz, KK-3), análise do fluxo de produção (PFA - *Production Flow Analysis*), coeficiente de similaridade, arranjo de matrizes (ROC - *Ranker Order Clustering*, ROCII - *Ranker Order Clustering II*, CNA - *Close Neighbour Algorithm*), programação matemática e outros (grafos, redes neurais, heurísticas).

Para Bicheno (2000), existem métodos sofisticados para identificar famílias de produtos, mas a análise visual é frequentemente a mais adequada. Womack e Withers (2000) recomendam usar a ferramenta Matriz de Família por Produto, que também é um método visual.

2.3.2.2. Mapeamento do Estado Actual

O mapeamento deve ser iniciado dentro do conceito porta-a-porta, desenhando o processo de fabricação por meio da utilização dos ícones sugeridos, ou por meio de ícones adicionais, que possam ser entendidos por todos da empresa, durante a interpretação.

Quando necessário, o nível da amplitude poderá ser mudado, focalizando o mapeamento de cada etapa individual num tipo de processo, ou ampliado para considerar o fluxo de valor externo à fábrica.

Rother & Shook (1999) e Ghinato (1999) recomendam alguns cuidados no mapeamento:

- recolher sempre as informações do estado actual enquanto pessoalmente se caminha ao longo dos fluxos reais de material e informação;
- começar com uma rápida caminhada por todo o fluxo de valor. Depois voltar e reunir as informações de cada processo;
- começar pela expedição;
- trazer seu próprio cronómetro e não se basear em tempos padrão;
- mapear pessoalmente a cadeia completa de valor. Entender o fluxo por inteiro é o objectivo do mapeamento;
- desenhar sempre à mão e a lápis.

Hines & Taylor (2000) comentam que após o desenho feito à mão, caso seja necessário, pode-se colocar em formato de PowerPoint. Para Esteves (1999), na apresentação de um projecto, "a primeira impressão é a que fica".

Uma expressão antiga, que actualmente pode ser o ponto decisivo para a aprovação de um projecto. Além da necessidade de qualidade técnica, exige-se também uma excelente qualidade de apresentação.

Withers (1999), director do Lean Enterprise Institute (LEI), afirma que o LEI não defende o uso de algum software para o mapeamento do fluxo de valor. Para ele, o melhor e o mais efectivo mapa é aquele construído usando lápis e folha de papel. Se uma apresentação é

necessária tira-se fotocópias. Withers (1999) comenta que o pior e mais ineficaz mapa que ele já viu foi feito em *software*, onde o foco era a perfeição do mapa ao invés da implantação de um estado futuro Lean.

2.3.2.3. Mapeamento do Estado Futuro

O mapa do estado futuro visa a construção de uma cadeia de produção em que os processos individuais sejam articulados aos seus clientes por meio de fluxo contínuo ou puxado, sendo produzido apenas aquilo de que o cliente precisa, no momento certo. Para Rother & Shook (1999), o objectivo de mapear a cadeia de valor é destacar as fontes de perdas e eliminá-las através da implementação de uma cadeia de valor do estado futuro que pode tornar-se uma realidade num curto período de tempo. A meta é construir uma cadeia de produção onde os processos individuais sejam articulados aos clientes por meio de fluxo contínuo ou puxada, e cada processo se aproxime o máximo possível de produzir apenas o que e quando os clientes precisam.

Rother & Shook (1999) e Womack & Withers (2000) propõem uma lista de oito questões para facilitar a construção do mapa do estado futuro:

- qual é o *takt time*? *Takt time* é o tempo necessário para a produção de uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas. Este tempo é equivalente ao tempo total disponível dividido pela demanda no período;
- produzir-se-á para um supermercado de produtos acabados ou directamente para a expedição? Esta resposta depende de diversos factores, tais como os padrões de compra dos clientes, a confiabilidade dos processos e as características do produto;
- produzir directamente para a expedição exigirá um fluxo do pedido à entrega confiável e com *lead time* curto ou então um stock de segurança;
- onde se pode implementar o fluxo contínuo? O fluxo contínuo significa produzir uma peça de cada vez, com cada item a passar imediatamente de um estágio do processo para o seguinte sem qualquer paragem entre eles;

- onde será necessário introduzir os sistemas puxados com supermercados a fim de controlar a produção dos processos anteriores? Frequentemente há pontos no fluxo de valor onde o fluxo contínuo não é possível e fabricar em lotes é necessário;
- em que ponto único da cadeia de produção se programará a produção? Através do uso do sistema puxado com supermercado, normalmente programa-se somente um ponto no fluxo de valor. Este ponto é chamado de processo puxador porque a maneira como se controla a produção neste processo define o ritmo para todos os processos anteriores. A selecção deste ponto também determina quais elementos da cadeia de valor se tornam parte do *lead time* de atendimento ao pedido, que compreende o tempo decorrido desde a entrada do pedido do cliente até a entrega do produto acabado;
- como se nivelará o mix de produção no processo puxador? Nivelar o mix de produto significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo;
- quais os incrementos de trabalho se liberta e retira uniformemente do processo puxador? Estabelecer um ritmo de produção consistente e nivelado cria um fluxo de produção previsível que alerta para os problemas de tal modo que se pode tomar rápidas acções correctivas. Uma boa maneira de começar é ordenar regularmente apenas uma pequena e consistente quantidade de trabalho (de 5 a 60 min.) no processo puxador e regularmente retirando a mesma quantidade de produtos acabados. Esta prática chama-se "retirada compassada";
- quais as melhorias de processo necessárias para manter o fluxo de valor conforme as especificações do projecto do estado futuro? Esta questão final é sobre actividades de *kaizen* necessárias para criar o estado futuro.

De acordo com Rother & Shook (1999), na medida em que se desenvolvem os conceitos do estado futuro respondendo às oito questões, marca-se as ideias geradas directamente no mapa do estado actual. Com estes dados, consegue-se desenhar o mapa do estado futuro.

Rother & Shook (1999) enfatizam que o que é certo em termos do mapa da cadeia de valor é aquilo que permite remover rapidamente as causas básicas da perda.

2.4. SMED

2.4.1. História e Conceito

O SMED (Single Minute Exchange of Die) é uma das várias ferramentas associadas ao LM que promovem a redução de desperdícios. Este método permite de uma maneira rápida e eficiente a mudança de produtos, ferramentas ou ajustes feitos no decorrer do processo, sendo também conhecido por Quick Change Over (QCO – mudança rápida).

A mudança de formato rápida e eficiente permite obter uma maior flexibilidade da instalação industrial, e ao mesmo tempo reduzir custos. Este conceito surgiu nos finais da década de 50, inícios da década de 60, quando Shigeo Shingo, engenheiro na Toyota foi incumbido de tentar reduzir o tempo de mudança de uma ferramenta numa prensa de 1.000 toneladas que inicialmente necessitava de quatro horas de mudança de ferramenta, sendo posteriormente reduzida para 1,5 horas, no entanto, insatisfeita, a Toyota pretendia alcançar os três minutos! (Shingo, 1985). A dimensão do desafio levou Shingo a desenvolver práticas de mudança de ferramentas, focado na redução de tempos e na simplificação de processos. Nessa altura, a melhor forma de minimizar os custos da inactividade das máquinas aquando da mudança de formato era produzir grandes lotes, diluindo os encargos associados à paragem, numa grande quantidade de peças, de modo a baixar o custo desse processo (troca de ferramenta) por unidade produzida. Segundo alguns estudos publicados, a quantidade ideal de cada lote obtém-se quando os custos de armazenamento igualam os custos de paragem da linha produtivos para mudança de lote. Ao analisar este tema, o responsável da Toyota deparou-se com um problema, os custos de aquisição de terrenos para armazenar os veículos produzidos eram altíssimos. Como tal, na opinião de Shingo (1985), a melhor maneira de reduzir a quantidade óptima de lote era reduzir os tempos de paragem para mudança de formato. Se as paragens pudessem ser efectuadas em menos tempo, a quantidade ideal de cada lote iria ser menor, logo iria diminuir custos. O debate em torno da quantidade óptima de produção continua actual, visto que continua a ser necessário calcular esse valor, para cada lote produzido. A produção de grandes lotes tem também custos inerentes como a não valorização

do capital investido sobre a forma de stocks. Se ao custo da armazenagem se adicionar o custo oportunidade de capital, deixa de ser minimamente rentável produzir grandes lotes. A quantidade ideal de cada lote engloba o tempo de produção de cada lote e o tempo de preparação da linha, que corresponde ao tempo entre a produção da última peça em boas condições do lote anterior e a produção da primeira peça em boas condições do novo lote (Min e Pheng, 2007). Se as mudanças de lote envolvem muito tempo, então os lotes têm de ser de maiores dimensões, de modo a que cada peça seja produzida num menor tempo possível. Além deste ponto, Abdullah e Ozdemirb (2007) referem que a Quantidade Ótima de Produção é de bastante difícil aplicação, visto ser muito complicado calcular com exactidão o número de peças defeituosas em cada lote produzido. No entanto, este conceito está intimamente ligado ao SMED, visto que o tempo de mudança de formato é de importância vital para o tempo de produção global de cada lote. Deste modo, o *setup* é entendido como desperdício e como tal deve ser eliminado. Quando o custo ou tempo de *setup* de máquina é elevado, os lotes produzidos também são grandes, e o investimento resultante em stock é elevado. Deste modo, reduzir o *setup* é reduzir custos e ganhar a possibilidade de produzir em menores quantidades. Por conseguinte, as técnicas de mudança rápida de ferramenta têm vindo a ser desenvolvidas e aplicadas na generalidade das organizações industriais para dar resposta às pressões do mercado (redução de quantidades de fabrico, de stocks, tempos e custos entre outras). A possibilidade de fazer *setups* rápidos, para além do ganho económico resultante do aumento do tempo útil de produção e redução de custos de mão-de-obra resultantes das longas mudanças, permite algo que é extremamente importante: aumentar a frequência dos *setups*. Este factor permite reduzir o tamanho dos lotes, o que, consequentemente, promove a redução dos stocks e do respectivo stock intermédio (WIP ou *work in process*). Além disso, o sistema de operações consegue responder muito mais rapidamente à procura e nas quantidades pedidas pelo mercado, diminuindo o tempo (*lead time*) e reforçando a flexibilidade do sistema. A essência do sistema está na redução de custos e aumento da qualidade através da redução dos tempos de *setup*, transformando os *setups* nos elementos mais críticos do processo. Para a redução do tempo de preparação o SMED focaliza a análise do processo de *setup*, deixando de lado paradigmas que defendem que tais reduções são impraticáveis.

O SMED desenvolve-se assim em duas frentes, sendo que a primeira delas busca separar o *setup* interno do *setup* externo, ou seja, as etapas que ocorrem durante a paragem e as etapas

que ocorrem antes ou após a paragem sem prejudicar a produtividade. O objectivo desta etapa é maximizar o número das actividades de preparação externas, diminuindo o impacto do processo como um todo sobre a produção. A segunda frente desenrola-se no sentido de otimizar cada uma das actividades de *setup* através da análise do processo actual e da busca por formas alternativas e mais eficazes de realizar cada operação. Segundo a publicação Lean Institute Brasil (2003), o SMED refere-se à meta de redução dos tempos de troca a um único dígito, ou seja, menos de dez minutos. Nesse sentido, Corrêa e Giansi (1993, p. 84) sugerem que o tempo de *setup* de uma máquina pode ser obtido com a ajuda do que eles denominam “prescrições práticas”, abordadas a seguir:

- “(...) Documentar como o *setup* é feito actualmente (o uso de videotape é recomendado) e procurar eliminar passos e reduzir os tempos dos passos remanescentes.”
- “(...) Separar criteriosamente o *setup* interno do *setup* externo. (...) apenas o primeiro se refere a actividades que requeiram que a máquina esteja totalmente parada para que sejam realizadas.”
- Converter, na medida do possível, o *setup* interno em *setup* externo;
- Preparar o próximo processo de *setup* cuidadosamente e bem antes do momento em que este será necessário;
- Modificar o equipamento para permitir uma preparação fácil e uma pequena necessidade de ajustes;
- Desenvolver métodos de modo a possibilitar a uma só pessoa executar a maior parte do *setup*;
- Saber que a máquina deverá ser preparada. Não dar à máquina usos mais variados que o necessário. (...) Programar para uma máquina produtos e componentes que utilizem a mesma preparação ou exijam preparação simples na troca de um produto para outro;
- Praticar o processo de preparação da máquina. (...) A prática é tão importante para a redução do tempo de *setup* quanto para a redução do tempo de execução das tarefas”;

Nesse contexto, Suzaki (2010), demonstra como é possível reduzir o tempo de *setup*:

- o primeiro passo é separar o trabalho que tem de ser feito com a máquina parada (*setup* interno) do trabalho que pode ser feito com a máquina em funcionamento (*setup* externo);
- o segundo passo é reduzir o *setup* interno realizando mais trabalho externamente (por exemplo preparação e transferência de moldes, *gabarits*, entre outros);
- o terceiro passo é reduzir o *setup* interno eliminando ajustes, simplificando encaixes e desencaixes, acrescentando uma pessoa como ajuda adicional, entre outros;
- o quarto passo é reduzir o tempo total de ambos os trabalhos, interno e externo.

Pinto (2009) reforça que os conceitos anteriormente apresentados são aplicados recorrendo à uniformização das actividades de *setup* externas, uniformização das partes/componentes necessárias da máquina, utilização de apertos rápidos, aplicação de ferramentas suplementares, operações em paralelo e desenvolvimento de sistemas mecânicos e/ou automáticos de *setup*. A necessidade de reduzir o tempo de produção implica que se produza bem à primeira, desde a primeira peça, sendo fundamental eliminar os ajustes e afinações frequentes no início de cada série produtiva.

A produtividade aumenta como consequência de todos os factores anteriores e pela maior disponibilidade do equipamento. Deste modo é possível identificar vários exemplos em que a melhoria da disponibilidade da máquina evitou a aquisição de novos equipamentos evitando avultados investimentos.

2.4.2. Implementação do SMED

Segundo Courtois et al. (1997), para implementar o método SMED é necessário seguir as seguintes etapas:

- identificar as operações internas (IED - Input Exchange of Die) e as operações externas (OED – Output Exchange of Die) - Observar o processo e identificar as diferentes operações. Se as operações externas não podem ser eliminadas então deverão ser executadas fora do período de mudança de ferramentas. Se as operações internas identificadas não podem ser eliminadas serão executadas a partir do momento em que a máquina se imobiliza após ter terminado a série em curso. Esta simples distinção entre operações externas e internas permite, através de uma racionalização das operações de mudança de série, uma redução da ordem dos 30%, sem executar qualquer modificação importante no processo. De facto, é frequente o operador procurar uma ferramenta necessária para executar as operações de mudança de série, apenas quando a máquina está imobilizada. Esta espera inútil pode ser facilmente eliminada através de uma melhor preparação da operação de mudança de série;
- transformação de operações internas em externas - Esta é a etapa mais importante do método SMED. Através de uma melhor preparação do trabalho, podemos transformar algumas operações internas em externas. Exemplos: se é necessário o pré-aquecimento da ferramenta então o mesmo deverá ser realizado fora da máquina; substituir os apertos de parafusos por grampos de fixação rápida;
- normalização das funções - Para se conseguir uma rápida mudança de série é necessário suprimir o mais possível as afinações da máquina normalizando as funções que necessitam ser alteradas. Exemplos: ferramentas junto às máquinas. Não existe nenhuma razão para que só após imobilizada a máquina a ferramenta a substituir seja procurada no armazém de ferramentas; dimensões normalizadas das matrizes das prensas;
- utilização de fixações funcionais - Exemplo: parafuso; um parafuso só está completamente apertado quando apertamos o último fio de rosca; um parafuso só está completamente desapertado quando desapertamos o último fio de rosca.

É necessário utilizar todas as técnicas possíveis para reduzir o tempo durante o qual a máquina está imobilizada, constituindo um objectivo a atingir a utilização de sistemas de fixação das ferramentas por pressão;

- sincronização das tarefas - Uma má sincronização das tarefas conduz frequentemente a deslocações inúteis que ocasionam perdas de tempo. Esta sincronização pode levar o operador a solicitar ajuda durante, por exemplo, um curto período de tempo, a fim de evitar ter que fazer várias deslocações em torno da máquina;

- eliminação das afinações - A afinação de uma máquina não deve subsistir a não ser que seja realmente indispensável. De que forma podemos eliminar uma afinação? Utilizando “gabarits”: as ferramentas estão sempre devidamente posicionadas no momento do seu aperto; marcar as posições de fixação;

- recurso à automatização - As soluções automatizadas apenas devem ser consideradas nesta fase uma vez que conduzem a custos mais elevados e nem sempre com maior eficácia. Se o custo da redução dos tempos de mudança de série se torna significativo é necessário que se faça um cálculo de rentabilidade. Contudo, o conjunto dos contributos estruturais de um tempo de mudança de série rápido continua a ser dificilmente valorizado. Certas empresas preferem limitar-se a uma redução do tempo de mudança de série de 30 a 45 minutos devido aos custos que acarretaria uma redução superior. Com efeito, os últimos minutos ganhos são mais onerosos que os iniciais.

O SMED, segundo Shingo (1985), é uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup*, que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial e qualquer máquina. Este método poderá então ser aplicado faseadamente, sendo que as quatro fases que o compõem são apresentadas em seguida:

- fase 0: não existe distinção entre operações internas e externas;

- fase 1: separação entre operações internas e externas;

- fase 2: conversão de operações internas em operações externas;

- fase 3: desenvolvimento de todas as operações de *setup*.

O faseamento preconizado demonstra que, à medida que se avança na implementação do método, o tempo de imobilização do equipamento vai diminuindo.

A descrição das várias etapas apresenta-se seguidamente:

- fase 0: nesta situação a mudança de formato é desorganizada e não planeada. A mudança de formato é realizada a partir de várias tarefas, sendo que algumas implicam a paragem do equipamento (Internas) e outras podem ser realizadas com o equipamento a produzir;
- fase 1: o primeiro passo é distinguir as operações internas das externas e garantir que estas se realizam com a máquina parada. Normalmente, esta alteração poupa 30% de tempo na realização da mudança de formato;
- fase 2: seguidamente, o objectivo passa por tentar converter as operações internas em operações externas. Tipicamente, o exemplo dado passa por pré aquecer os moldes para diminuir o tempo de aquecimento do molde durante a paragem do equipamento;
- fase 3: esta fase visa a diminuição do tempo das operações externas, desenvolvendo soluções para realizar as diferentes tarefas de um modo mais fácil, rápido e seguro. Não seria razoável se o tempo de mudança de formato demorasse nove minutos e o tempo de preparação cinco horas.

Uma das principais dificuldades na aplicação desta metodologia está na identificação e classificação das operações. As operações externas são definidas como todas aquelas que não implicam a imobilização do equipamento. Em contrapartida, as operações internas são todas aquelas que implicam a paragem/ imobilização do equipamento. Shingo (1985), descreve exhaustivamente um conjunto de procedimentos que devem ser seguidos, tendo em vista o sucesso global da sua implementação:

- observar o procedimento utilizado actualmente;

- classificar as várias operações efectuadas entre internas e externas; operações internas são aquelas que implicam a imobilização do equipamento, e externas são aquelas que podem ser realizadas com o equipamento em produção. As operações externas podem ser realizadas antes ou depois da mudança de formato;
- converter as operações internas em externas;
- desenvolver soluções que permitam reduzir o tempo das operações internas;
- desenvolver soluções que permitam diminuir o tempo demorado nas operações externas;
- criar procedimentos rigorosos de modo a reduzir falhas na realização das mudanças de formato;
- voltar ao início do processo e repetir todo este procedimento de modo a reduzir de novo o tempo de mudança de formato.
- para a obtenção de bons resultados através deste método é necessário estar continuamente a analisar o processo. Cada vez que se aplica o método são implementadas novas soluções, que permitem obter ganhos produtivos.

Segundo McIntosh et al. (2007) não é só durante as mudanças de formato que se encontram perdas, estas perdas acontecem posteriormente à mudança de formato. Na prática, existem factores diversos que podem aumentar o período de arranque/afinações até à produção da primeira peça em boas condições. Durante a estabilização do equipamento é possível encontrar perdas, embora seja bastante difícil quantificar e comparar estes desperdícios de produção, devido à sua elevada variabilidade.

Shingo (1985) refere que a melhoria nos procedimentos e as mudanças organizacionais devem ocorrer primeiro e o design do equipamento deve surgir acoplado à metodologia SMED. McIntosh et al. (2000) defendem uma abordagem mais radical na aplicação de soluções que diminuam o tempo de imobilização do equipamento nas trocas de formato.

Este autor defende que uma solução barata para a diminuição do tempo na mudança de formato passa por estudar o design do equipamento, para que as ferramentas envolvam pouco tempo na sua alteração. Também para Goubergen e Landeghemb (2002), é fundamental a implementação de técnicas de mudança rápida de formato na fase de concepção do equipamento industrial. Segundo o seu estudo, é mais vantajoso adquirir um determinado equipamento que já foi concebido com o objectivo de permitir reduzir tempo nas mudanças de formato, do que adquirir um equipamento sem esses conceitos e posteriormente realizar alterações. Ainda segundo Goubergen e Landeghemb (2002), os principais fabricantes de equipamento para os mais diversos sectores respeitam uma lista de regras de design, que levam à redução dos tempos de mudança de formato. Esta listagem baseia-se em aspectos técnicos, contudo defendem que deve ser customizada especificamente ao cliente, defendendo uma parceria complexa entre fabricantes e clientes do equipamento. Goubergen e Landeghemb (2002), num outro artigo, enumera um conjunto de regras, que devem ser seguidas para que o resultado final seja um equipamento, que promova uma rápida mudança de formato. No anexo V, podem observar-se as regras consideradas importantes e que não se devem descurar. De modo a garantir o sucesso da aplicação do método, é necessário ter em conta os aspectos relacionados com os recursos humanos da empresa. Zarbock et al. (2006), referem-se aos colaboradores como sendo uma peça essencial para a obtenção de bons resultados ao nível da aplicação do método. Motivar as pessoas e de passar-lhes a mensagem de que a mudança de formato é uma actividade de importante relevância no contexto do processo produtivo, é essencial para que se consigam bons resultados.

No entender de Feld (2000), o SMED não viabiliza simplesmente a redução do tempo total perdido para a realização de *setups*, mas também a busca da possibilidade de se realizar mais *setups* num mesmo intervalo de tempo. Ainda segundo o mesmo autor, a implementação da redução de *setups* é um ponto fulcral para qualquer programa de produção Lean, uma vez que a flexibilidade é imprescindível para que se possa fazer fluir os programas de produção nivelados. Mesmo assim, Feld (2000) expõe os benefícios que a implementação do SMED pode proporcionar:

- tempo de troca de equipamento em menos de 10 minutos;

- tempo mínimo para começar a sair peças fabricadas nos equipamentos;

- possibilidade de executar a fabricação de um grande mix de produção, apenas num recurso;

- fabricar hoje somente o que é necessário hoje.

Na terminologia de Shingo, SMED refere-se à troca de formato em menos de dez minutos. Como Shingo se tinha baseado em operações de mudanças de formato de prensas, que tipicamente demoravam várias horas, este objectivo era bastante ambicioso. Contudo, Trovinger e Bohn (2005) defendem que a aplicação do método vai bastante mais longe que o objectivo proposto pelo seu criador. Apesar das evidentes melhorias potenciadas pelo SMED, existem autores que defendem a necessidade de redução de custos como sendo tão fundamental para a sobrevivência das empresas, que propõem uma alteração ao método. McIntosh et al. (2000), realçam a necessidade de alterar por completo o conceito de método, de forma a obter resultados visíveis num menor espaço de tempo.

2.5. Conclusões

Neste capítulo apresentaram-se as bases do LM, VSM e SMED, bem como diversas abordagens de implementação meramente teóricas.

No plano concepcional, é crível que a metodologia LM e as ferramentas aplicadas sejam, em conjunto, portadoras de mais-valias significativas para a indústria de embalagens plásticas, no entanto, essa confirmação só será passível de validação no capítulo V, onde serão aplicadas num contexto prático, sendo nessa altura oportuno validar este estudo.

Capítulo III – Indústria de Embalagens Plásticas

3.1. – Conceito de Embalagem

A embalagem é um recipiente ou envoltura que armazena produtos temporariamente e serve principalmente para agrupar unidades de um produto, com vista à sua manipulação, transporte ou armazenamento. Outras funções da embalagem são: proteger o conteúdo, informar sobre as condições de manipulação, exibir os requisitos legais como composição, ingredientes e fazer a promoção do produto. No entender de Silva (2002), as embalagens são produtos feitos de materiais de qualquer natureza, e que são utilizados para conter, proteger, movimentar, manusear, entregar e apresentar mercadorias, tanto matérias-primas como produtos transformados, desde o produtor ao utilizador ou consumidor, incluindo todos os artigos descartáveis utilizados para os mesmos fins. Os materiais mais comuns são os plásticos, o cartão e papel, os metais, o vidro e a madeira. Ainda segundo o mesmo autor, quanto à tipologia, as embalagens distinguem-se entre:

- embalagem de venda ou embalagem primária – embalagem concebida com o objectivo de constituir uma unidade de venda ao utilizador ou consumidor final no ponto de compra;
- embalagem grupada ou embalagem secundária – embalagem concebida para permitir agrupar um determinado número de unidades de um produto, quer sejam vendidas como tal ao utilizador ou consumidor final, quer sejam utilizadas apenas como meio de aprovisionamento no ponto de venda;
- embalagem de transporte ou embalagem terciária – embalagem concebida com o objectivo de facilitar a movimentação e o transporte de uma série de unidades de venda ou embalagens grupadas, a fim de evitar danos físicos durante a movimentação e o transporte.

Segundo a Associação Brasileira de Embalagem - (ABRE) (http://www.abre.org.br/apres_setor_embalagem.php), vivemos num mundo de produtos embalados. Praticamente, todos os produtos vendidos são embalados, seja na sua forma final, seja nas fases intermediárias de fabricação e transporte. Apesar da economia ter uma estrutura cada vez mais complexa, progressivamente, a embalagem assume uma importância significativa. Ela contribui tanto para a diminuição das perdas de produtos primários, quanto para a preservação do padrão de vida do homem moderno, o que, invariavelmente, demonstra a crescente dependência das embalagens. Actualmente, a concepção de um produto não pode ser dissociada da embalagem, que por sua vez, deve ser definida com base na engenharia, marketing, comunicação, legislação, economia e inovação. Aprimoramentos na conveniência de uso, aparência, possibilidade de reaproveitamento, volume, peso, portabilidade e características de novos materiais são itens que promovem a modificação da embalagem de forma a adequá-la ao processamento moderno, à sua reciclagem e estilo de vida. Importa ainda referir que, nalguns casos, o design, a forma e a função da embalagem podem ser quase tão importantes quanto seu conteúdo. Os padrões gráficos numa embalagem moldam a personalidade dos produtos, principalmente aqueles de distribuição em massa exibidos nas prateleiras, os quais frequentemente enviam mais mensagens do que algumas exposições publicitárias. Esta é uma razão pela qual é importante dar tanta atenção à embalagem quanto ao produto.

Os vários processos de fabrico aplicados nesta actividade (por exemplo injeção, extrusão e termoformagem), resultam da necessidade de otimizar as embalagens, tanto no capítulo qualitativo, bem como no que respeita a custos. Se em termos de custos a análise é relativamente fácil, a obtenção de uma embalagem que compreenda as características fundamentais ao seu desempenho é bem menos consensual. Daí que, segundo a *sebenta Embalagens Plásticas - Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa*, (<http://www.esb.ucp.pt/twt/embalagem/MyFiles/biblioteca/publicacoes/sebenta/seb41.pdf>), existem diversas especificações a ter em conta na escolha de uma embalagem plástica, representadas na tabela 3.1.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	Dimensões
E	Peso
	Capacidade e nível de enchimento
	Distribuição de espessura
IDENTIFICAÇÃO	Identificação da resina base
PROPRIEDADES MECÂNICAS	Resistência à compressão
PROPRIEDADES BARREIRA	Hermeticidade
	Permeabilidade (vapor de água, gases e luz)
INÉRCIA	Migração global e específica
	Quantidade máxima residual

Tabela 3.1 – Especificações de Embalagens Plásticas

Fonte: Sebenta Embalagens Plásticas - Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa, (<http://www.esb.ucp.pt/twt/embalagem/MyFiles/biblioteca/publicacoes/sebenta/seb41.pdf>)

De facto, na tabela 3.1, estão enumeradas algumas especificações de embalagens plásticas, no entanto, fundamentado na experiência de concepção e desenvolvimento de embalagens plásticas, defende-se a existência, muito frequente, de especificações complementares, tais como:

- redefinição do processo de fabrico – por vezes existem peças que são fabricadas em partes separadas, implicando máquinas e ferramentas individuais para cada um dos componentes e a respectiva acoplagem. Nesse sentido, utilizando a tecnologia mais recente, é hoje possível produzir dois componentes de uma peça na mesma máquina e na mesma ferramenta, saindo a peça final já montada, apenas com um processo e sem qualquer intervenção manual;
- outras especificações do cliente – os clientes de embalagens plásticas que utilizam as embalagens que compram, nos seus produtos, defendem habitualmente a seguinte teoria: “As embalagens têm de se adaptar aos meus equipamentos e processos e jamais devem ser os meus equipamentos e processos a adaptarem-se às embalagens que me fornecem”. Em rigor, esta observação faz algum sentido, nomeadamente quando estas organizações pretendem normalizar os seus processos, de tal modo que seja possível ter mais de um

fornecedor e qualquer um deles é capaz de satisfazer as suas pretensões. Porém, por questões imputadas aos clientes (embaladores), que usualmente são limitações de processos ou equipamentos, é necessário ter em conta esses constrangimentos na definição das especificações das embalagens;

- design da embalagem – cada vez mais o design da embalagem é um atributo a ter em conta. A concorrência, a necessidade de ter algo distinto, a permanente evolução dos requisitos, as necessidades e expectativas dos consumidores, impelem a que se desenvolvam novas embalagens, apelativas e simultaneamente funcionais. Paralelamente, existe actualmente um novo conceito associado à concepção de embalagens designado Eco-Design. Esta definição preconiza a concepção de produtos com um novo design, reduzindo o seu peso e mantendo ou melhorando a sua funcionalidade. Os problemas ambientais são parte integrante da sociedade actual, industrializada, onde as soluções a desenvolver exigem a participação de todos, nomeadamente no controlo do desenvolvimento de produtos alternativos, que possibilitem a compatibilização da satisfação das necessidades presentes sem comprometer a satisfação das necessidades futuras, ao longo de todo o seu ciclo de vida. Por conseguinte, os benefícios ambientais de uma nova embalagem plástica (ou outra) devem ser considerados tendo em conta todo o seu ciclo de vida, ou seja, desde a extracção e processamento das matérias-primas utilizadas, a manufactura, o transporte, a distribuição, a utilização e o destino final. A Ecologia Industrial utiliza diversas ferramentas, tais como a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), *Design for Environment* (DfE), a avaliação dos custos ao longo do ciclo de vida (vulgarmente designado como *Life Cycle Cost* – LCC), promovendo uma produção mais limpa e modelos de sistemas dinâmicos. Porém, a aplicação destas ferramentas no contexto da Ecologia Industrial está ainda numa fase inicial de desenvolvimento e é à comunidade da Ecologia Industrial, que compete mostrar que esta gera determinados conhecimentos que outras aproximações ao ambiente, às políticas e à ciência não conseguem, principalmente através da análise de casos de estudo (Lifset, R., 1998).

Demonstrada a preponderância da embalagem, poder-se-á afirmar que o papel desempenhado por ela em cada sociedade ou em cada país pode ser considerado, de certa forma, como um barómetro do seu desenvolvimento e da estrutura social em que assenta (Silva, 2002).

3.2. – Caracterização da Indústria de Embalagens Plásticas

A indústria das embalagens plásticas, num contexto actual de globalização e dando resposta às necessidades do mercado, promove uma oferta cada vez maior de produtos, na mesma proporção da exigência da qualidade. Tal contingência fomenta de igual modo a necessidade de conceber e produzir embalagens plásticas mais adequadas e competitivas. Este sector tem mostrado ao longo do tempo, uma grande versatilidade e crescimento nas mais variadas áreas da economia, muito por força da inovação tecnológica introduzida. De facto, este mercado é muito competitivo e, por essa razão, as organizações são impelidas a efectuarem avultados investimentos, em equipamentos diversos, de modo a garantirem consideráveis níveis de competitividade. Para Porter (1996), das quatro variáveis relacionadas com o desenvolvimento – terra, capital, trabalho e tecnologia, a tecnologia é a que mais peso tem na determinação da capacidade competitiva de um sector. Silva e Plonski (1999), reforçam que com o nivelamento das empresas quanto aos aspectos de qualidade e produtividade, a gestão da tecnologia passou a despontar como importante diferencial de competitividade. Como a competitividade industrial contribui para ampliar a oferta da economia, constituindo-se importante factor para o desenvolvimento quantitativo e qualitativo das demais actividades económicas, faz-se necessário a elaboração e implementação de políticas industriais que fortaleçam e garantam a competitividade de determinados sectores da economia (Ferraz et al., 1995). Só assim é possível compreender como, nas circunstâncias actuais, com salários mais elevados e matérias-primas mais caras é possível praticar preços iguais ou inferiores aos praticados à dez anos atrás (baseado em estudos do autor).

As empresas produtoras de embalagens plásticas têm uma especificidade própria, tendo em conta inúmeras variáveis, das quais se distinguem:

- sazonalidade do consumo – as organizações produtoras de embalagens plásticas são, tipicamente, afectadas pela sazonalidade. No caso das embalagens associadas às bebidas, nomeadamente águas e sumos, o grande consumo está associado ao verão. De Janeiro a Fevereiro, o consumo é habitualmente baixo, iniciando em Março uma tendência de crescimento, que decorre até Julho ou Agosto. Terminado esse período, inicia-se uma fase descendente, que perdura até Novembro. Curiosamente, o mês de Dezembro apresenta um ligeiro crescimento, resultante da necessidade de muitas empresas reporem os seus stocks,

podendo deste modo efectuar uma paragem mais longa durante o período natalício. No entanto, existem organizações que, de modo a demonstrarem o seu bom desempenho produtivo/operacional, preconizam a existência de elevados stocks, que serão contabilizados no inventário de final de ano. Já no caso do azeite e óleos alimentares, os meses mais fortes são Março, Julho, Agosto, Novembro e Dezembro (baseado em estudos do autor). Esta tendência de consumo está associada ao verão e às épocas festivas (Páscoa e Natal);

- mudança de ferramentas em tempo útil – resultante do elevado número de embalagens existentes e sabendo que a cada modelo corresponde um molde (vulgarmente designado ferramenta), para dar resposta às necessidades do mercado, a mudança de moldes é muito frequente. O período de mudança de molde, desde a paragem da máquina até à produção de peças aprovadas, também denominado *setup*, é entendido como desperdício e como tal deve ser eliminado. Quando o custo ou tempo de *setup* de máquina é elevado, os lotes produzidos também são grandes, e o investimento resultante em stock é elevado. Acontece que, a tendência do mercado das embalagens plásticas é, como em muitas outras áreas, forçada a produzir mais lotes, sendo a quantidade cada vez mais reduzida. Esta limitação implica a optimização dos processos de fabrico utilizados, tendo em conta a sua versatilidade e facilidade de mudança, sendo para o efeito importante considerar o investimento em tecnologia de ponta, que possibilite por um lado a melhoria/diversificação de produtos, mas também a redução dos tempos de *setup*. Por conseguinte, as técnicas de mudança rápida de ferramenta que têm vindo a ser desenvolvidas revelam-se de grande importância para satisfazer as pressões do mercado, em especial na redução de quantidades de fabrico, de stocks, tempos e custos entre outras;

- variação do preço da matéria-prima – actualmente o preço da matéria-prima plástica é altamente influenciado pelo preço do petróleo, tendo este, num curto espaço de tempo, variações enormes e imprevisíveis. Esta situação resulta em parte do facto do petróleo ser um recurso finito.

Kunstler (2006, pp.41-42) justifica a situação do seguinte modo:

A chave para compreender o que está a passar-se reside no conceito de pico global da produção petrolífera, ou seja, o momento em que se extraiu metade de todo o petróleo existente no mundo – a metade mais fácil de alcançar, a metade cuja obtenção é mais económica, a metade com maior qualidade e cuja refinação sai mais barata. ... Uma grande parte da metade que resta é difícil de extrair e pode, de facto, consumir tanta energia que deixa de valer a pena obtê-la. Por exemplo, se se consumir um barril de petróleo para extrair do solo um barril de petróleo, o esforço é vão; se se gastar dois barris de petróleo para conseguir um, trata-se de pura loucura.

No entanto, a elevada variação de preços também resulta da especulação dos investidores e empresas produtoras de materiais plásticos. Estas últimas, quando sentem uma retracção do mercado, suspendem a sua produção, reduzindo a oferta, com a intenção de aumentar o seu preço, quando aumentar a procura. Acontece que muitas das empresas de embalagens plásticas têm contratos de fornecimento, com condições acordadas que não podem deixar de cumprir. Por tal motivo, estas organizações possuem habitualmente um elevado nível de stock de matéria-prima, tentando assim garantir a manutenção dos preços acordados e margens previstas. Infelizmente nem sempre é possível suportar as variações observadas. Como o custo da matéria-prima pode representar mais de 50% do custo total de uma embalagem plástica, quando os preços das matérias-primas baixam, ainda que ligeiramente, muitos dos clientes pressionam de imediato os fabricantes de embalagens, solicitando a correspondente redução de preço. Por outro lado, quando os preços das matérias-primas sobem e as empresas produtoras são forçadas a solicitar a revisão de preços, a situação torna-se complicada. Importa referir que muitas vezes as embalagens são vendidas a empresas que utilizam essas embalagens nos seus produtos e só depois vão vendê-los ao consumidor final ou às grandes superfícies comerciais. Por isso, quando há lugar a aumento de preço, os produtores de embalagens apresentam os seus argumentos e os seus clientes até os compreendem, contudo, pressionados pelos seus clientes (consumidor final ou grandes superfícies comerciais), têm muita renitência em aceitar tal alteração. Nestas negociações são por vezes prometidos volumes de negócio muito grandes com vista à diluição dos aumentos necessários, o que muito raramente se concretiza;

- gestão de stocks – conforme explicado anteriormente, nas organizações produtoras de embalagens plásticas, o nível de stock de matéria-prima é normalmente muito elevado. Já no que respeita ao stock de produto acabado, a situação é variável, tendo em conta produtos e clientes.

Por conseguinte, a gestão de stocks de produto acabado numa organização produtora de embalagens plásticas pode ser desenvolvida de modo distinto:

- quando se trata de um grande cliente, é vulgar existir um contrato de fornecimento, prevendo a existência de um stock de segurança, que frequentemente corresponde ao consumo de uma semana. Este *modus operandi* dá muita segurança ao cliente, que deste modo não precisa dedicar muito tempo ao planeamento e simultaneamente, permite uma resposta excelente quando se depara com um consumo excepcional. Nestes casos, como os clientes se sentem confortáveis pelo compromisso contratual, têm por hábito enviar os pedidos com prazos de entrega muito curtos, de um ou dois dias. Ao abrigo do acordo existente, depois de ser enviado o stock de segurança disponível, é obrigação do produtor de embalagens repor o stock de imediato. Esta contingência pressupõe disponibilidade de máquinas, ferramentas e restantes recursos. Acresce que, os clientes poderão efectuar um ou dois pedidos num espaço de tempo muito curto, para por exemplo satisfazer uma promoção em curso e logo de seguida, sem qualquer aviso prévio, pararem a sua produção durante duas semanas para manutenção, o que resulta num elevado período de stock e consequentes encargos associados;

- existem muitos clientes que não possuem qualquer contrato de fornecimento, mas consomem produtos que podem ser fornecidos a várias empresas. Neste caso, é normal a existência de produto em stock, por forma a responder a pedidos urgentes. Infelizmente ainda existem muitas empresas com grandes limitações no seu planeamento produtivo, resultando daí frequentes pedidos urgentes. Esta é uma vicissitude deste negócio e as empresas de sucesso têm de responder eficazmente a este desígnio. Vale a pena referir que é algo normal receber-se um pedido para entrega no próprio dia, sendo o período de produção dessa encomenda superior a

três dias. A capacidade de resposta de um fornecedor representa assim, uma grande vantagem competitiva. No entanto, se em termos financeiros esta prática é sancionadora pois proporciona a existência de stocks, qual a motivação da empresa? Deste modo, a empresa assegura o aumento da taxa de ocupação dos equipamentos, diluindo a sua taxa de amortização;

- relativamente aos produtos específicos produzidos apenas para um único cliente e na ausência de qualquer compromisso contratual, só em casos muito especiais é que não se produz stock de segurança. Se a relação comercial com o cliente for normal, haverá seguramente stock de segurança. Tal situação é muitas vezes penalizadora porque podem ocorrer mudanças de cor ou de produtos consumidos e o stock existente fica sem cliente. Acresce que nestes casos, como não há contrato e por imposição do cliente, a empresa produtora suporta os encargos. Pelos argumentos apresentados, poder-se-á dizer que, regra geral, a gestão de stocks dos clientes é feita pelos produtores de embalagens.

- constantes mudanças de cor – devido do elevado número de clientes, marcas e produtos, o número de cores associados às embalagens é cada vez maior. Essa ocorrência provém da grande competitividade do sector e das mudanças solicitadas pelo Marketing dos seus clientes, de modo a tornarem os seus produtos mais apelativos. Na verdade, cada vez mais, a embalagem torna-se um factor de diferenciação, tendo a cor um papel determinante. Actualmente investe-se muito na imagem dos produtos, sendo a embalagem o “rosto” dos mesmos. Para o efeito, e conscientes da importância da embalagem, as grandes empresas de alimentação e perfumaria (entre outras), têm departamentos de marketing que com o apoio de equipas internas destinadas à inovação e desenvolvimento de produtos (engenheiros), buscam permanentemente a mudança de embalagem, de modo a conquistarem novos mercados e melhorarem o seu desempenho global.

Apesar do plástico utilizado nas embalagens ser totalmente reciclável e conseqüentemente reutilizável, ainda é visto por alguns mercados como um produto ambientalmente problemático, muito embora em relação à maior parte das alternativas, também se coloca o mesmo tipo de problemas, com a agravante dessas alternativas apresentarem em geral níveis de custo e de peso bastante superiores (Godinho et al., 2005).

Os plásticos tornaram-se os materiais de embalagem ideais para todos os tipos de usuários comerciais e industriais. Projectados e desenvolvidos para necessidades muito específicas, explorando a sua adaptabilidade quase ilimitada, a embalagem de plástico é essencial para o processamento, armazenamento, transporte, protecção e conservação de produtos.

O maior consumidor de embalagens é o EUA com U\$ 129 bilhões, sendo que o Brasil fica em 11º lugar com U\$ 11,1 bilhões, ou seja, cerca de 10% do mercado americano, estando no nível de países como Canadá e Reino Unido. Os outros países sul-americanos têm consumo muito baixo, atingindo no máximo U\$ 3,5 bilhões na Argentina. (Datamark, 2002). No estudo realizado pela Datamark (2002), o consumo de embalagens concentra-se em países desenvolvidos como EUA, Europa e Japão. Esta realidade reflecte-se no quadro das vinte maiores multinacionais de embalagem, onde doze são norte americanas, quatro são europeias e uma é japonesa. No sentido de melhor se compreender o volume de negócios desta actividade, apresenta-se um artigo da revista especializada em embalagem – Revipack (2010, p. 6):

A Graham Packaging Company (York, Pennsylvania, EUA) assinou um acordo para adquirir a Liquid Container, L. P. por 568 milhões de USD. A Liquid Container opera em 14 fábricas de embalagens de plástico nos EUA, dedicadas ao sector alimentar e produtos de uso doméstico. As previsões para 2010 apontam para vendas de 400 milhões de USD e EBITDA de cerca de 72 milhões de USD. A Graham é um dos principais fabricantes mundiais de embalagens de plástico (corpos ociosos) para alimentos, bebidas, produtos domésticos, cuidado pessoal e lubrificantes para automóveis. Produz anualmente mais de 20 mil milhões de embalagens e opera 83 fábricas na América do Norte, Europa, América do Sul e China.

O consumo *per capita* anual de embalagens no Brasil (U\$ 62) é substancialmente menor que o padrão do EUA (U\$ 400), Europa (U\$ 385) e Japão (U\$ 450), sendo um indicador de desenvolvimento que aponta a potencialidade do mercado brasileiro. Os países desenvolvidos alcançaram, na sua maioria, a maturidade em quase todos os segmentos de embalagem (Datamark, 2002). Ainda segundo o artigo publicado na Datamark (2002), as principais aplicações das embalagens plásticas são, em quantidade, destinadas a bebidas não alcoólicas (36%) e alimentos (27%).

Conforme a APIAM – Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente (cit. in Revipack 2006), o consumo de embalagens plásticas (garrafas e garrafões de água) durante o ano 2005 foi de 83% (figura 3.1). Ainda através desta análise, pode-se concluir que a embalagem de vidro está a perder cota de mercado.

Produção, Consumo e Embalagem de Águas (2005)			
Nº de centrais de engarrafamento	30		
Volume ne negócios (milhões de euros)	230		
Emprego (incl. sazonal)	1600	%	Var.%
Produção (milhões de litros)	903.8	100%	9.30%
Águas minerais lisas	564.4	62.4%	19.20%
Águas de nascente lisas	275.5	30.5%	-3.20%
Águas minerais gasocarbónicas	38.5	4.3%	-10.70%
Águas gaseificadas	25.4	2.8%	-3.10%
Exportação (milhões de litros)	36	4.0%	-10%
Consumo per capita l/hab)	87.1		10.20%
Enchimento em garrafas e garrafões PET	792.1	83.0%	12.40%
Enchimento em garrafas de Vidro reutilizáveis	43.7	4.6%	-10.60%
Enchimento em garrafas de Vidro não reutilizáveis	32.0	3.4%	-4.50%

Figura 3.1 – Produção, consumo e embalagem de águas 2005

Fonte: APIAM (cit. in. Revipack 2006)

No mercado mundial os segmentos de embalagem estão divididos do seguinte modo: papel e papelão (33%), plástico (26%), metal (25%), vidro (6%) e outros (10%) (Madi, 2000 cit. in Siquim/Eq/Ufrj, 2003).

A Plastics Europe-Packaging (<http://www.plasticseurope.org/use-of-plastics/packaging.aspx>) defende que a embalagem é o maior consumidor de plásticos; mais de 50% dos bens de toda a Europa são embalados em plásticos, no entanto, em peso, estes plásticos representam apenas 17% de todas as embalagens.

Foram portanto alcançadas eficiências significativas nas embalagens de plástico, tanto que hoje o seu peso médio, para um determinado produto, tem uma redução de 28% comparativamente aos últimos 10 anos. A embalagem de plástico contempla os seguintes benefícios:

- conservação e preservação de alimentos – a embalagem de plástico protege e conserva os alimentos perecíveis por mais tempo, o que reduz o desperdício e o uso de conservantes, mantendo o sabor e o valor nutricional dos alimentos;
- conveniente e inovadora - as pessoas querem embalagens com clara identificação e rotulagem, e que seja fácil de abrir e usar. Todos os anos, as embalagens de plástico evoluem para atender a novas exigências da sociedade moderna;
- higiene e segurança – a embalagem de plástico protege contra a contaminação em alimentos e remédios e ajuda a prevenir a propagação de germes durante a fabricação, distribuição e exibição. O sistema inviolável à prova de adulterações proporciona maior segurança e protecção. A embalagem transparente permite que as pessoas possam visualizar a comida sem ter de a tocar, reduzindo eventuais danos.

3.3. Conclusões

Neste capítulo foi desenvolvido o conceito de embalagem e caracterizada a indústria de embalagens plásticas.

Através do exposto, ficaram demonstradas as especificidades e limitações desta actividade. Assim, conhecendo as contingências apresentadas, no plano teórico, será crível concluir pela utilidade da metodologia LM nesta indústria, no entanto, essa confirmação só será passível de validação nos capítulos V e VI.

Capítulo IV – Metodologia

4.1. Introdução

Neste capítulo, será apresentada a metodologia difundida nesta dissertação, tendo em consideração os objectivos do trabalho.

A palavra metodologia, para Garcia (1998), significa etimologicamente, o estudo dos caminhos, dos instrumentos usados para se fazer pesquisa científica que responde à pergunta: como fazer? O resultado deve ser consistente com os cenários da pesquisa, os recursos disponíveis para sua execução e a finalidade ou aplicação esperada dos resultados.

Este estudo foi desenvolvido numa empresa que se dedica à produção de embalagens plásticas, designada PackPlast e decorreu no período temporal compreendido entre Outubro de 2009 e Setembro de 2010.

Segundo a metodologia de investigação sugerida por Pizam (1994), a identificação do problema foi baseada na revisão da literatura e seguidamente através do conhecimento mais profundo dos temas abordados.

Identificados os problemas e detectada a ausência de bibliografia referente à implementação do LM na indústria das embalagens plásticas, este estudo científico foi conduzido como sendo um estudo de caso, apoiado na pesquisa por observação, na pesquisa bibliográfica relativa ao LM noutras actividades e em entrevistas não estruturadas aos intervenientes.

4.2. Fases do Processo de Investigação

Segundo Fortin (2003) e Pizam (1994), apesar de seguirem uma estrutura distinta na descrição das fases do processo de investigação, consideram que este processo é constituído pelas seguintes fases:

- identificação do problema: um processo de investigação começa com a identificação de um tema de pesquisa que resulta de um interesse científico ou simplesmente de um interesse particular e pessoal;
- revisão da literatura: a ciência é uma acumulação de conhecimento; assim, em geral, cada estudo apoia-se nos anteriores e obtém informações para futuros estudos;
- definição de conceitos, objectivos, variáveis ou questões de investigação: após a revisão da literatura, o passo lógico que se segue, são precisamente estas definições;
- selecção do desenho da pesquisa: depende da natureza do problema de investigação, sendo um plano elaborado pelo investigador;
- selecção do método de recolha de dados: nesta fase, destacam-se os métodos de recolha de dados utilizados;
- escolha dos sujeitos: os elementos de onde a informação será recolhida, podendo-se estudar todos os elementos da população ou apenas uma porção (amostra);
- recolha, processamento e análise de dados: pode ser feito com o auxílio do computador, nesta fase, além das conclusões da pesquisa, apresenta-se também as limitações e as sugestões.

Sendo a pesquisa de natureza cíclica, o processo não termina ao completarem-se os passos propostos, pelo que, ao explorar-se os problemas da pesquisa, outros problemas manifestar-se-ão, e exigirão novas pesquisas.

4.3. Identificação do Problema

Conforme mencionado no capítulo I, os principais problemas da indústria das embalagens plásticas são a sazonalidade do consumo, a mudança de ferramentas em tempo útil, a gestão de stocks e as constantes mudanças de cor, que, em conjunto, promovem a “produção” de

desperdícios. As dificuldades descritas foram assim identificadas e de seguida desenvolveram-se tentativas de resposta a cada um dos problemas. Estas contingências foram observadas ao longo do tempo, através de dificuldades vivenciadas no dia-a-dia, pelo que se justifica estudá-las mais profundamente e simultaneamente, explorar o LM como uma metodologia de melhoria. Esta prática é comentada por Coutinho e Kallás (2005), referindo que o conhecimento nasce a partir da reflexão prática. E complementam, na certeza de que para produzir conhecimento novo, não bastam teorias, conceitos, livros, metodologias, ferramentas. A teoria tem de ser implementada, aperfeiçoada e aprimorada com a prática, e é desta forma que nascem à inovação e os resultados. É necessária a identificação de aspectos referentes à estrutura e ao funcionamento de negócios através da descrição de experiências vivenciadas (Lesca, 1986), novos modelos de negócios surgirão a partir de experiências vivenciadas e relatadas (Freitas, 2000). Estudos como de Bezerra (2007), Marcelino (2007) e Straub (1989) surgiram através do método de experiências vivenciadas, que leva em consideração os conhecimentos anteriores do pesquisador, contribuindo assim com o sucesso do pesquisador em seu trabalho (Marconi e Lakatos, 1990). Por tal motivo, numa primeira fase, efectuou-se uma pesquisa bibliográfica, que conduziu inequivocamente ao LM, como sendo a metodologia ideal para solucionar ou minimizar os problemas identificados. Por outro lado, ainda com base na pesquisa, constatou-se que estudos conhecidos em outras áreas têm sido considerados muito úteis, pelo que, transpor os conceitos para uma indústria tão específica, contribuirá inequivocamente para a demonstração da transversalidade do LM e as suas vantagens.

4.4. Objectivos

O objectivo principal desta dissertação será aplicar a metodologia LM, com vista à identificação e eliminação de desperdícios na indústria das embalagens plásticas, possibilitando uma demonstração inequívoca das mais-valias resultantes da sua implementação.

Simultaneamente, são considerados os seguintes objectivos específicos:

- redução do nível de stocks;
- redução do *Setup*;
- redução do tempo de mudança de ferramenta;
- redução do tempo de mudança de cor.

De modo a aferir – se a aplicabilidade dos conceitos do LM, propõe-se complementar o estudo, através de:

- aplicação da ferramenta Mapeamento da Cadeia de Valor, que compreenda desde o aprovisionamento das matérias-primas até à entrega dos produtos, de modo a possibilitar a identificação das operações que não acrescentam valor;
- análise das práticas industriais generalizadas na indústria das embalagens plásticas e verificação do seu alinhamento com os princípios do LM;
- definição de procedimentos Lean e a avaliação dos ganhos consequentes da sua implementação.

4.5. Questão da Investigação

As proposições colocadas, explicações e condições de contorno são direccionadas com a finalidade de deixar claro qual a principal questão a ser respondida (Forza, 2002). De acordo com Yin (2001), a primeira e mais importante condição na escolha da estratégia de pesquisa que será adoptada é a identificação do tipo de questão que se deseja responder com o estudo.

Através do estudo de caso pretendeu-se obter resposta para a seguinte questão de investigação: Existirão vantagens resultantes da implementação do LM na indústria das embalagens plásticas?

4.6. Pesquisa de Investigação

Enquanto para Silva e Meneses (2005) a pesquisa é um conjunto de acções e propostas para encontrar a solução de problemas, que tem por base procedimentos racionais e sistemáticos, para Demo (2000), a pesquisa é considerada uma actividade quotidiana considerando-a como uma atitude, um questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático. Minayo (1993), vendo por um prisma mais filosófico, considera a pesquisa como actividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. Para Gil (1999), a pesquisa tem um carácter pragmático, é um “processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objectivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”. Existem, no entanto, várias formas de se classificar as pesquisas dentro dos pontos de vista: da sua natureza, dos objectivos e dos procedimentos técnicos.

Segundo Pizam (1994), após a formulação, indicação dos conceitos, dos problemas e das questões, surge a necessidade dos investigadores considerarem o tipo de pesquisa, que se define como um formulário desenvolvido e controlado, indicando os passos que serão dados e a sua sequência, contribuindo para a sustentação da investigação.

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, qualitativa e exploratória, sendo que as técnicas de recolha de dados foram a observação, a pesquisa bibliográfica e entrevista não estruturada.

Do ponto de vista da sua natureza, a pesquisa é aplicada, pois objectiva gerar conhecimentos para aplicação prática e busca soluções para problemas concretos (Cervo e Bervian, 1983).

A pesquisa é qualitativa porque ajuda a identificar questões e entender porque elas são importantes (Ethos, 2004).

A pesquisa é considerada exploratória, pois Mattar (2001) descreve que o estudo tem o objectivo de dar ao pesquisador um maior conhecimento sobre o tema e também devido ao facto de realizar-se numa actividade onde não existem trabalhos semelhantes ao proposto aqui. Silva e Meneses (2005) complementam considerando para o efeito relevantes as entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado.

Na pesquisa de campo é utilizado o estudo de caso, pois Gil (1996) caracteriza este estudo profundo numa empresa de maneira que permita a amplo pormenorização do conhecimento. A difusão do estudo de caso, ainda segundo Gil (1996) está ligada à prática, onde a sua aplicabilidade é de maior utilidade na pesquisa exploratória.

As entrevistas foram não estruturadas, daí que as questões fossem de formato aberto, pelo que, as entrevistas não obedeceram a nenhuma forma padronizada. No anexo VI são facultadas as questões formuladas.

A observação é utilizada como técnica na pesquisa de campo, para Marconi e Lakatos (2000) observação é uma técnica de recolha de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade.

4.6.1. Estudo de Caso

No entender de Bonoma 1989 (cit. in Ferreira e Serra, 2009), um estudo de caso é a descrição de um acontecimento de gestão. A análise de um estudo de caso em gestão pode ser encarada como o equivalente, nos negócios, a uma segunda opinião em medicina. Já para Yin 1989 (cit. in Ferreira e Serra, 2009), o estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenómeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, em que a fronteira entre o fenómeno e o contexto não é claramente evidente e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas.

No âmbito desta dissertação, efectuou-se um estudo de caso recorrendo a uma pesquisa orientada para responder à questão de investigação e minimizando ou eliminando os restantes problemas identificados.

Os estudos de caso são amplamente utilizados em estudos organizacionais, ao nível da Sociologia, Ciência Política, Relações Industriais, Antropologia, História, Geografia, Economia e Ciências da Educação (Carmo e Ferreira, 1998; Hartley, 1994). Segundo Mattar (1996), o estudo de casos é um método muito produtivo para estimular a compreensão e possibilita ampliar os conhecimentos sobre o problema em estudo. De acordo com Yin (2003), o investigador, ao elaborar um estudo de caso, deve ter em atenção as fontes de pesquisa, a qualidade dos dados obtidos e a análise do material recolhido. Este autor entende que as principais fontes de evidência são:

- as entrevistas – correspondem ao contacto pessoal entre o investigador e os entrevistados. As entrevistas realizadas no decurso do presente trabalho foram do tipo espontâneo, direccionadas para a opinião e interpretação do entrevistado sobre determinada matéria, de modo a obter respostas “abertas”;
- a documentação – a utilização mais importante dos documentos resume-se a confirmar e validar as evidências provenientes de outras fontes. No trabalho actual, foram consultados documentos relativos aos equipamentos constituintes dos processo de fabrico, bem como os procedimentos descritos através do seu sistema de gestão da qualidade, decorrentes da sua certificação ISO 9001:2008;
- a observação directa – a observação directa permite ao investigador conhecer as situações e problemas estudados, avaliando pessoalmente as condições, restrições, cenário no qual ocorre o fenómeno em estudo e, recolher informações, muitas vezes não verbalizadas ou documentadas.

Tal como já foi referido, o estudo de caso foi desenvolvido numa empresa que se dedica à produção de embalagens plásticas, designada PackPlast.

4.7. Métodos de Recolha de Dados

De modo a agilizar o acesso à informação, foi solicitada autorização (verbal) para recolha de dados à Administração da empresa (PackPlast). A empresa disponibilizou toda a informação desejada.

Neste estudo de caso foram utilizados três métodos de recolha de dados:

- observação;
- pesquisa bibliográfica;
- entrevistas não estruturadas.

4.7.1. Observação

Segundo Gil (1996), pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem por objectivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. Para alcançar esse objectivo, a pesquisa, como procedimento formal, requer tratamento científico fundamentado na observação e exigindo pensamento crítico, uso de evidência empírica, raciocínio lógico e questionamento constante de crenças e conclusões (Marconi e Lakatos 1990 e Richardson, 1999). A observação é então definida como uma técnica de recolha de dados, que não consiste em apenas ver ou ouvir, mas também em examinar factos ou fenómenos que se desejam estudar. É um elemento básico de investigação científica, utilizado na pesquisa de campo como abordagem qualitativa (Gil, 1989; Ludke, 1986; Marconi e Lakatos, 1999). Selltiz (cit. in Marconi e Lakatos, 2000) defende que a observação é científica, na medida que:

- desenvolve-se um plano de pesquisa;
- planeia-se sistematicamente;
- regista-se metodicamente e está relacionada às proposições mais gerais;

- está sujeita a verificações e controlos.

Nesta fase da pesquisa, todas as observações devem ser registadas, ainda que nessa altura seja difícil classificar a importância de cada registo.

No caso específico deste trabalho, a abordagem seguida consistiu na observação do sistema produtivo *in loco*, com a ajuda de fotos e da documentação disponibilizada.

Na opinião de Ludke (1986), as vantagens da observação são as seguintes:

- chegar mais perto das perspectivas dos sujeitos;
- ser útil para descobrir aspectos novos de um problema;
- importante quando não existir uma base teórica sólida que oriente a colecta de dados;
- permite a recolha de dados em situações em que formas de comunicação são impossíveis;
- possibilita meio directo e satisfatório para estudar uma ampla variedade de fenómenos;
- exige menos do observador do que outras técnicas;
- depende menos da introspecção ou da reflexão;
- permite a evidência de dados não constantes do roteiro de entrevistas ou de questionários.

4.7.2. Pesquisa Bibliográfica

No entender de Gil (1991), pode-se falar em pesquisa bibliográfica quando a pesquisa é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de

periódicos e actualmente com material disponibilizado na Internet. Sendo a pesquisa bibliográfica um elemento fundamental para a execução de estudos (por exemplo monografias, dissertações e doutoramentos), o que é afinal a pesquisa bibliográfica? Esta pergunta poderia ser respondida de variadas formas, no entanto, para Carmo e Ferreira (1998), a pesquisa bibliográfica visa seleccionar, tratar e interpretar informação bruta existente em suportes estáveis, de modo a extrair-se o que realmente faz sentido, tendo como objectivo, executar estas mesmas operações relativamente a fontes indirectas. Segundo Salvador (1978), pesquisa bibliográfica é aquela baseada na análise da literatura já publicada em forma de livros, revistas, publicações avulsas, imprensa escrita e até electronicamente, disponibilizada na Internet. Por outro lado, Salvador (1978) defende que a revisão da pesquisa bibliográfica contribuirá para:

- obter informações sobre a situação actual do tema ou problema pesquisado;
- conhecer publicações existentes sobre o tema e os aspectos que já foram abordados;
- verificar as opiniões similares e diferentes a respeito do tema ou de aspectos relacionados ao tema ou ao problema de pesquisa.

4.7.3. Entrevista Não Estruturada

No entender de Marcantonio (1993), a entrevista é a obtenção de informações de um entrevistado, sobre determinado assunto ou problema. O mesmo autor sustenta que a entrevista pode ser:

- padronizada ou estruturada: roteiro previamente estabelecido;
- despadronizada ou não-estruturada: não existe rigidez de roteiro. Podem-se explorar mais amplamente algumas questões.

Neste estudo optou-se pelas entrevistas não estruturadas com pessoas que tiveram experiências práticas com a problemática pesquisada.

Através dos conhecimentos adquiridos, foi possível efectuar a análise de exemplos, sendo esses determinantes na estimulação do processo de compreensão. Para Mattos (2005 p. 824), a entrevista não estruturada pode ser encarada do seguinte modo:

Aquela em que é deixado ao entrevistado decidir-se pela forma de construir a resposta; tem sido cada vez mais utilizada na pesquisa de administração. Rompendo com a concepção tradicional da linguagem (que encerraria “conteúdos”), a proposta deste artigo é a de que análise de entrevistas muito ganharia com uma aproximação à análise pragmática da linguagem, e a razão principal a favor disso é a de que a entrevista não estruturada ou semi-estruturada realmente é uma forma especial de conservação.

No entender de Costa, Rocha e Acúrcio (2005), existem pontos fortes e pontos fracos da entrevista não estruturada.

Os pontos fortes são: permite ao entrevistador ter uma boa percepção das diferenças individuais e mudanças; as questões podem ser individualizadas para melhor comunicação.

Os pontos fracos são: requer muito tempo para obter informação sistemática; depende bastante das capacidades e treino do entrevistador.

4.8. Conclusões

Neste capítulo foi apresentada a metodologia utilizada nesta dissertação, sendo também justificada a opção considerada.

No âmbito desta dissertação, foi executado um estudo de caso fundamentado numa pesquisa aplicada, qualitativa e exploratória.

Os métodos de recolha de dados preconizados neste estudo foram a observação, a pesquisa bibliográfica e a entrevista não estruturada.

Capítulo V – Estudo de Caso

5.1. Introdução

Neste capítulo será apresentado o diagnóstico da situação actual da empresa, relacionando-se os problemas identificados com as ferramentas adoptadas na revisão bibliográfica. A implementação proposta assenta na produção de um copo plástico através do processo de injeção.

5.2. Diagnóstico Geral

Neste sub capítulo apresentam-se os dados relevantes relacionados com a situação inicial do sistema produtivo da empresa, sendo estes relacionados com as ferramentas adoptadas. Cumulativamente são citados alguns aspectos negativos referentes à organização interna da empresa, que foram identificados através do levantamento do estado inicial do sistema produtivo. Chiavenato (2004) comenta que o levantamento das necessidades é uma forma de diagnóstico que deve basear-se em informações agrupadas sistematicamente provenientes das necessidades de implantação de novas estratégias e ferramentas.

De seguida consideram-se as contingências já mencionadas no capítulo I, a sazonalidade do consumo, a mudança de ferramentas em tempo útil, a gestão de stocks e as constantes mudanças de cor, que, em conjunto, promovem a “produção” de desperdícios. De igual modo serão tidos em conta os processos e procedimentos praticados, na análise crítica desenvolvida.

5.2.1. Sazonalidade do Consumo

Pese embora o facto da sazonalidade ser considerada uma limitação na indústria de embalagens plásticas, aparentemente, não existe qualquer relação directa desta com a produção. Esta constatação foi depreendida das entrevistas, onde as respostas apontavam, na sua maioria, para inexistência de relação. No entanto, defende-se a existência de uma relação entre a sazonalidade de consumo e a produção, sendo esta consubstanciada na definição das quantidades de produção por cada lote, o que, conseqüentemente, se reflecte nos níveis de stock, altamente influenciados pela variável sazonalidade. Na análise efectuada na empresa,

detectou-se que, nem sempre, os stocks acompanham a tendência sazonal do mercado. Alguns produtos vendáveis, ainda que não se saiba quando, são fabricados em quantidade excessiva, incorrendo nos seguintes erros passíveis de criação de desperdício:

- superprodução – produzir mais que o necessário cria inúmeros desperdícios, tais como: armazenagem, deterioração, custos de energia, manutenção de equipamentos, ocultação de problemas operacionais e administrativos através do stock de segurança;
- perdas por stock – o excesso de stock oculta problemas de várias ordens: peças fora das especificações, avarias de máquina, baixa capacidade dos processos, *layout* pobre, erros de quantidade, operadores mal preparados, *setup* de máquina demorado, falha na programação da produção, falta de confiança nos fornecedores, entre outros. Se a organização não for capaz de reduzir os níveis de stock, os problemas descritos anteriormente são dissimulados, impossibilitando que a gestão os identifique e que, no essencial, possa agir sobre eles. Para ultrapassar as situações apresentadas, defende-se que nenhuma das ferramentas previstas poderá, por si só, resolver o problema, contudo, depois de implementadas todas as ferramentas será possível evoluir, uma vez que será interiorizada uma maior confiança nos processos e equipamentos, de tal modo que a capacidade de resposta sairá reforçada.

5.2.2. Mudança de Ferramentas em Tempo Útil

Relativamente à mudança de ferramenta em tempo útil, foi perceptível a falta de método e organização, nomeadamente na montagem do molde. Os dados obtidos na cronometragem foram dispersos; constatou-se que para o mesmo serviço (executado em dias diferentes) e o mesmo colaborador, o tempo de execução variava significativamente, sendo que, por outro lado, também se detectou variação entre diferentes colaboradores que executavam o mesmo serviço. Após esta observação, percebeu-se que as principais dificuldades residiam nos seguintes aspectos: não estão definidos procedimentos de montagem de moldes, as ferramentas e acessórios necessários nem sempre estão disponíveis junto ao local de trabalho, obrigando os funcionários a grandes e demoradas deslocações, a paragem da máquina é feita sem estarem junto dela o molde e outros equipamentos periféricos, a limpeza do sistema de injeção é feita com a máquina parada quando poderia ser executada ainda com a injectora em

funcionamento, a limpeza do sistema de abastecimento de matéria-prima é uma operação básica e rotineira, pelo que deveria ser feita por um operador e não por um técnico que monta os moldes.

Para a resolução desta situação propõe-se a aplicação do SMED, como ferramenta capaz de mostrar resultados.

A problemática aqui desenvolvida, não se resume, infelizmente, ao tempo necessário para a mudança de molde. O tempo de *setup* é igualmente importante e verificou-se que não está otimizado. O tempo necessário para tirar um molde, montar outro e afinar o processo até obter peças aprovadas é muito inconstante. Esta variação resulta da diferente interpretação dos conceitos de injeção de plásticos assimilados pelos colaboradores. Apesar de existirem gravações (formato digital) que teoricamente permitiriam o arranque facilitado, na verdade, é frequentemente necessário introduzir pequenos ajustes no processo. Até aqui não haveria problema se os conceitos fossem entendidos do mesmo modo. Na entrevista observou-se que para os mesmos problemas existiam abordagens distintas; para o exemplo de uma pequena falha de material existia quem defendesse apenas o aumento de temperatura do sistema de injeção e outros sustentavam o aumento de pressão na primeira fase de injeção. Como dizia um especialista em máquinas de injeção, Beirão Reis (2004), na afinação de máquinas é difícil haver convergência de teorias, por isso defendia que *“cada mestre tem o seu livro”*. Apesar da concordância com esta reflexão sábia, acredita-se que poderão existir melhorias, promovendo a discussão dos conceitos entre os intervenientes e com base nas conclusões obtidas, definir um plano de acção em função do problema existente. De modo a melhorar a situação propõe-se a criação de procedimentos que definam claramente um conjunto de práticas, em função das ocorrências habitualmente descritas. Observe-se o exemplo apresentado no anexo VII.

5.2.3. Gestão de Stocks

Conforme explicado no capítulo III, nas organizações produtoras de embalagens plásticas, o nível de stock de matérias-primas (MPs) é normalmente elevado. Lamentavelmente, neste aspecto há pouco a fazer, porque apesar dos custos associados ao elevado stock de matérias-primas serem consideráveis, também se percebe que, na situação actual, parte do sucesso da

organização depende da capacidade em comprar matéria-prima a preços competitivos. O mercado está muito instável e se por vezes há escassez de produto, passado pouco tempo a oferta repõe-se a preços normalmente mais altos. Já o contrário (excesso de produto e quebra no preço), raramente acontece. A variação de preços das MPs está fora do controlo dos produtores de embalagens plásticas, uma vez que este mercado está refém da especulação e dos interesses das petroquímicas. Já no que respeita ao stock de produto acabado, o nível de stock depende da existência ou ausência de contratos de fornecimento e da relação comercial existente. Da análise efectuada na empresa foi possível detectar que o nível de stock de produtos acabados é igualmente elevado e nem sempre devidamente justificado. Para o efeito sobrepõe-se a cultura de gestão da empresa que defende a existência de stock elevado, sem ter em conta aspectos considerados fundamentais, tais como: os produtos são perecíveis bem como a sua embalagem, a necessidade de muito espaço para armazenagem e a perda associada à movimentação permanente desses produtos de modo a disfarçar a falta de espaço. Acresce que o excesso de stock gera custo financeiro, pois os dividendos empregues na sua aquisição, transporte e armazenagem poderiam estar investidos em áreas mais rentáveis ou mais carentes de recursos na empresa. Como medida de mitigação, a organização deveria analisar quais os produtos comercializados a mais de um cliente e definir, para cada um deles, um stock de segurança. Segundo Pinto (2009, p. 317), o stock de segurança define-se assim:

A definição mais simples de stock de segurança é aquela que o classifica como sendo o stock disponível (calculado segundo várias variáveis como o *lead time* de fornecedores, consumo médio, custos de posse, etc.) que permite a uma empresa prevenir qualquer eventualidade que possa causar uma ruptura de stocks. Outra definição apresenta-o como sendo o stock médio disponível aquando da recepção de uma nova ordem. Em muitos casos, o SS é definido em relação aos desvios na procura do *lead time* correspondente ao re-fornecimento.

Na atribuição de stock para cada produto deverão ser tidos em conta a quantidade consumida e a sua frequência, a relação comercial e o risco financeiro associados ao cliente. Porém, importa garantir a confiança nos processos e equipamentos porque, apenas desse modo, a mudança tornar-se-á viável. O cenário preferível para as organizações produtoras de embalagens plásticas seria produzir apenas na base de encomendas.

Deste modo produziram as quantidades certas para as datas certas, no entanto, esta situação é a menos vulgar neste contexto de negócio. Aconselha-se, simultaneamente, a implementação de técnicas de troca rápida de ferramentas, patente na metodologia SMED.

5.2.4. Constantes Mudanças de Cor

As mudanças de cor são operações muito frequentes e dispendiosas. Este processo implica a limpeza da câmara de injeção e do sistema de injeção do molde. Também aqui, verificou-se ausência de um procedimento no desempenho desta tarefa. Efectivamente, existe um procedimento base para a mudança de cor, no entanto, após análise foi visível a diversidade de procedimentos. Esta constatação foi comprovada na entrevista quando colocada uma questão sobre o procedimento de mudança de cor e a sequência definida. Outra das questões observadas no terreno foi a contaminação das MPs, através da mistura de corantes (cores diferentes) e mistura de material base com corante. Sendo certo que as mudanças de cor são e serão inultrapassáveis, o tempo atribuído a cada mudança de cor pode ser optimizado. De forma a baixar o tempo de mudança de cor, a adopção das práticas previstas (não cumpridas) poderão contribuir para a redução das contaminações referidas, fruto da desorganização existente.

5.2.5. Outras Limitações Organizacionais

Na apreciação organizacional da empresa, denotaram-se algumas lacunas que deveriam ser alvo de estudo:

- não estão definidos tempos de mudança de ferramenta por molde, nem são feitas análises regulares;

- apesar do director de produção interagir com os diversos operadores que estão sobre as suas ordens, não lhe é possível acompanhar as mudanças de molde. Por outro lado, verifica-se que não há nenhum elemento designado para garantir uma melhor ligação entre todos os intervenientes na mudança de molde. Sugere-se que seja delegada ao responsável pela manutenção a responsabilidade de supervisionar as mudanças de molde, garantindo que os operadores cumprem as suas funções no tempo previsto. Além disso, este

responsável teria também a incumbência de preparar, com os seus colaboradores directos, as mudanças de molde com maior antecipação, reduzindo-se o tempo com a realização de operações externas que actualmente são realizadas com o equipamento parado. Este acompanhamento poderia contribuir, inclusivamente, para promover a autonomia dos colaboradores;

- apesar da empresa estar dotada de um sistema de gestão integrada, ainda não se encontram disponíveis todas as capacidades do *software*. Seria importante pôr o sistema a funcionar em pleno, obtendo através dele todas as informações necessárias à gestão;

- relativamente ao *layout* fabril foram observadas práticas e movimentos que, no entender do autor não acrescentam qualquer valor. O VSM é assim um ponto de partida para a empresa com vista ao desenvolvimento do plano de melhoria, onde se pretenda a obtenção de resultados, focalizando a sua abordagem na produtividade, qualidade e redução de desperdícios.

5.3. Preparação

Terminado o diagnóstico, inicia-se a preparação da implementação das ferramentas, sendo de seguida apresentadas, sequencialmente, as fases deste processo.

5.3.1. Reunião com Administração

Nesta reunião, a Administração esteve representada por um Administrador juntamente com os Directores de Qualidade (QL) e Produção (PR), sendo abordada a temática proposta nesta dissertação, bem como as potenciais vantagens e limitações.

Hirano (1988) realça que, como líder de uma revolução dentro da empresa, o presidente deve mudar o seu modo de pensar, assim como os operadores precisam aprender novos métodos por meio de reuniões diárias e seminários.

O Administrador ficou sensibilizado com as propostas preconizadas, demonstrando de imediato a sua total abertura, prometendo disponibilizar os meios de apoio solicitados.

A administração delegou nos já referidos Directores de Departamento a responsabilidade pela implementação, sendo a coordenação da responsabilidade do Director de Produção.

O coordenador teve formação específica sobre as ferramentas abordadas, quer por via da frequência do Mestrado em Gestão de Qualidade, quer também através de formação proporcionada pela empresa, permitindo o desejado enquadramento organizacional.

5.3.2. Acções de Sensibilização e Formação

Uma vez que a implementação do LM está apenas associada à produção de um copo plástico, nem todos os colaboradores tiveram formação nas áreas desenvolvidas. Com base na percepção dos responsáveis pela implementação, foram escolhidos alguns colaboradores para formação nas seguintes áreas:

- LM - estas formações foram frequentadas por todos os chefes e subchefes de turno. O objectivo foi demonstrar o enquadramento Lean aplicado à actividade desenvolvida. Como caso prático executou-se o paralelismo entre os procedimentos normais e os procedimentos Lean.
- VSM - estas formações foram frequentadas por todos os chefes e subchefes de turno e também pelos elementos do armazém. O objectivo foi demonstrar que existem práticas que não acrescentam valor ao trabalho de cada um, sendo por isso fútil a sua aplicação. Como caso prático executou-se um VSM de alguns procedimentos produtivos.
- SMED - estas formações foram frequentadas por todos os chefes e subchefes de turno e também pelos elementos do departamento de manutenção. O objectivo foi demonstrar que o método e a organização do trabalho podem reduzir drasticamente os tempos de mudança de molde. Como caso prático fizeram-se cronometragens da montagem do mesmo molde seguindo os procedimentos instituídos e seguindo a metodologia SMED.

5.4. Implementação

Nesta fase, é apresentada em detalhe, a implementação das ferramentas abordadas na revisão bibliográfica desta dissertação. Após a análise prosseguida, entendeu-se adoptar o VSM e o SMED como as ferramentas ideais para promover a eliminação ou redução dos desperdícios, prometida com a implementação do LM. No entanto, importa enfatizar a especificidade de cada organização e as suas necessidades, que resultam na observância de opiniões divergentes. Criadas as condições para a implementação do LM, é fundamental o acompanhamento de todo este processo pela gestão de topo, garantindo a objectividade do estudo. Relativamente ao enquadramento tecnológico do produto a ser produzido – Copo plástico, é relevante considerar que este produto é fabricado pelo processo de injeção, sendo o molde de doze cavidades. O processo produtivo assenta, em termos gerais, na injeção da peça e gravação do logótipo do cliente (célula de produção autónoma). A análise e implementação de todas as ferramentas propostas são da responsabilidade dos directores de departamento Qualidade (QL) e Produção (PR), sendo este último o coordenador.

5.4.1. Implementação do VSM – Parte Prática

Tal como apresentado na fundamentação teórica, sub capítulo 2.3, será seguida a metodologia formulada por Rother e Shook, pelo que serão considerados os seguintes passos para a implementação: formar a equipa de pessoas participantes na análise, que fora já definida, seleccionar uma família de produtos, mapeamento do estado actual e mapeamento do estado futuro.

5.4.1.1. Seleccionar Uma Família de Produtos

Sendo a família de produtos um conjunto de variantes de produto que se submetem a um processo de fabricação similar, utilizando meios de produção comuns, neste estudo de caso relacionado apenas com a produção de um copo plástico, não é aplicável este conceito, pelo que, a família do produto é o próprio produto.

No futuro, se a empresa produzir outros copos, ainda que de tamanhos e formatos diferentes, poder-se-á estender o conceito de família de produto.

5.4.1.2. Mapeamento do Estado Actual

Uma vez definida a família de produtos a ser trabalhada, é necessário identificar de forma prática os fluxos para o desenvolvimento do mapeamento, recolhendo as informações do estado actual inteirando-se do processo em estudo, com especial enfoque nos dados obtidos *in loco*. Outro aspecto relevante para a elaboração do mapa de fluxo actual e consequente análise do VSM é começar pelo processo mais próximo ao cliente, ou seja, do final para o início. Durante esta fase do mapeamento, os processos de produção foram representados por meio de caixas, caracterizando as etapas que agregam valor. Nessa caixa de processo, são apresentados os principais indicadores que fazem parte da operação: tempo de ciclo, tempo de *setup*, número de turnos de trabalho e número de operadores afectos. Entre os processos, normalmente, são observados os stocks e por isso também se regista o stock médio para se poder estimar quantos dias de stock a empresa possui de acordo com a procura do cliente. A construção do mapa de fluxo actual documenta como decorre o fluxo de processo, de material e informação da organização, desde o pedido do cliente até tornar-se produto acabado. Por outro lado, o mapa de fluxo actual facilita o trabalho dos responsáveis pela análise, dando um suporte fundamental para se interpretar como funciona a empresa e se as práticas assimiladas se adequam à organização, dando assim importantes *inputs* para eventuais problemas ocultos que carecem de intervenção.

Os cálculos que serviram de apoio à elaboração do mapa foram obtidos do seguinte modo:

- para cada operação foi calculado o seu tempo de ciclo (TC) que, segundo Pinto (2006), representa o tempo de saída de peças consecutivas. Com efeito, apresenta-se o tempo de ciclo do molde, que corresponde ao tempo necessário para efectuar uma injeção e, resultante desse valor, apresenta-se o número de peças produzidas por segundo;
- o *lead time* também foi calculado segundo a definição de Pinto (2006), que o considera como o tempo necessário para realizar um trabalho ou produto, sendo que este tempo é constituído pela soma do tempo útil com o tempo não produtivo. Assim sendo, os valores calculados para o *lead time* incorporam os tempos de actividade com e sem valor. De modo a facilitar a interpretação do mapa, apresentaram-se na linha superior os tempos que não agregam valor, por exemplo *setup*, e na linha inferior os tempos que agregam valor, por

exemplo tempo de produção. Para melhor se perceber o contexto fabril da empresa, estão disponíveis nos anexos VIII e IX respectivamente, fluxograma relativo ao tratamento de encomendas e *layout* fabril inicial.

5.4.1.3. Diagnóstico da Situação Actual - VSM

Após a elaboração do mapa do estado actual, representado na figura 5.1, propõe-se a análise dos desperdícios criados durante a produção, atendendo em especial às suas origens e possíveis causas, com vista à sistematização e melhoria ao longo do fluxo de valor. Deste modo é possível apresentar uma lista de verificação que permita estabelecer a relação entre os desperdícios preconizados pelo pensamento Lean e as causas possíveis:

- perda por superprodução - falta de planeamento dos clientes; custos elevados de transporte; falta de confiança nos equipamentos produtivos; garantia de boa resposta a urgências; produção de grandes lotes (cultura empresa);
- perda por transporte - *layout* inadequado;
- perda no processamento - utilização de vários equipamentos para a mesma peça; falta de padronização;
- perda com produtos defeituosos - falta de padronização;
- perdas com movimentos entre operações - distâncias entre equipamentos elevada; *layout* inadequado;
- perda por espera - falta de padronização; *layout* inadequado; imprevistos da produção;
- perda por stock - superprodução faz parte da cultura da organização; produção de obsoletos; falta de planeamento dos clientes; elevada variação do consumo.

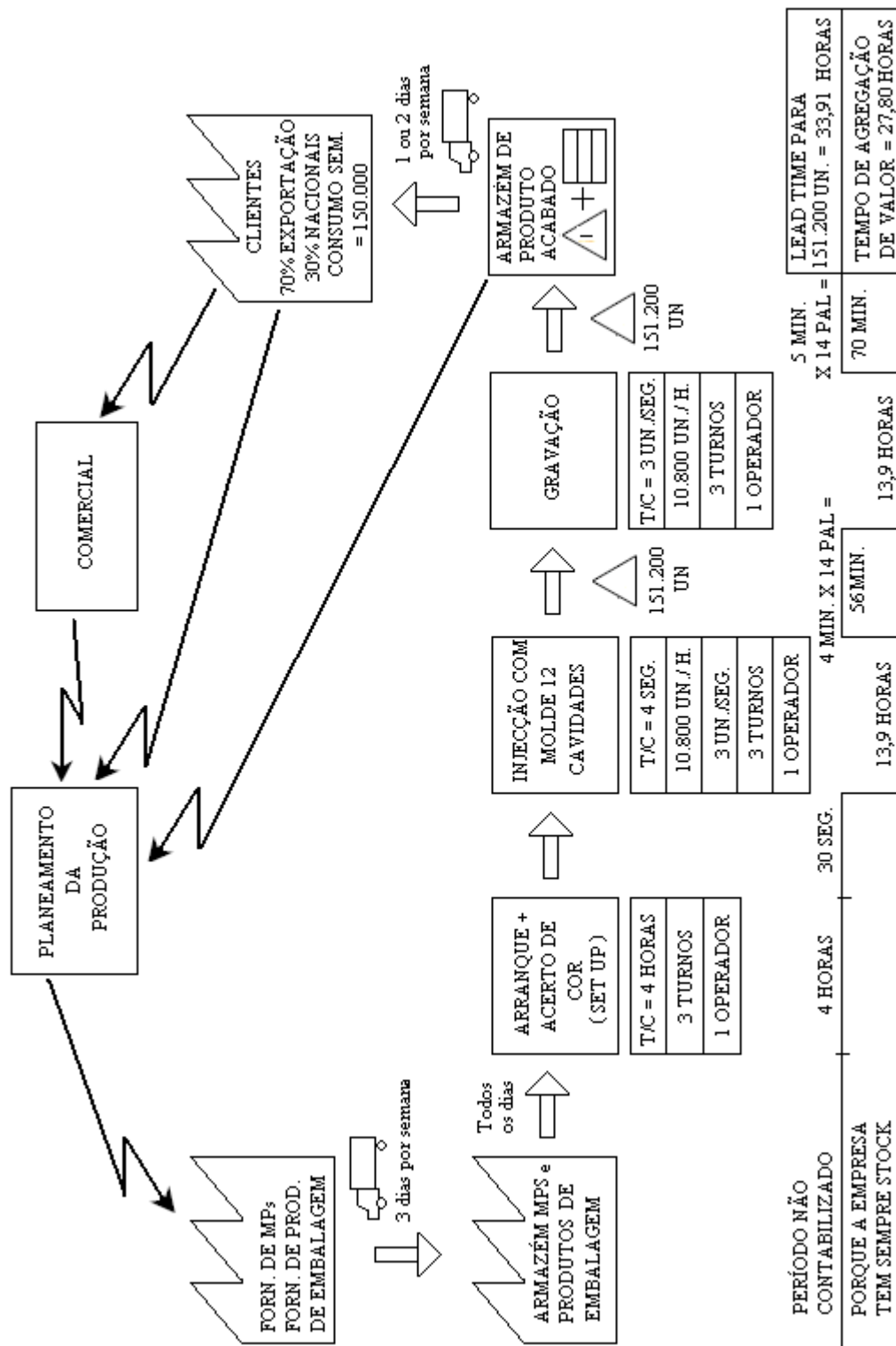


Figura 5.1 – Mapa do estado actual

5.4.1.4. Mapeamento do Estado Futuro

Da análise dos desperdícios observados no mapa do estado actual e toda a informação complementar disponibilizada, é possível desenvolver o mapa de estado futuro, que evidencia a desejável criação de valor, respondendo às expectativas de melhoria, tendo em consideração as limitações verificadas. Após a identificação de desperdícios e propostas acções de melhoria no VSM actual, serão identificadas as melhorias no *layout* da empresa, assim como o fluxo de produto futuro que ocorre entre os processos existentes. Por meio do mapeamento do fluxo de valor, os desperdícios podem ser destacados e eliminados, e o ganho potencial é projectado no mapa do estado futuro, que pode se tornar real em pequenos intervalos de tempo, dependendo directamente de decisões estratégicas. O mapa do estado futuro visa, por conseguinte, a construção de uma cadeia de produção em que os processos individuais sejam articulados entre si e adaptados aos seus clientes por meio de um fluxo contínuo, preconizando o ideal de produzir apenas as quantidades que o cliente necessita, no momento em que precisa. A definição do estado futuro permite, por outro lado, a identificação, priorização e o planeamento da implementação de acções que levam a significativas reduções de desperdícios e de custos. Para melhor se perceber as acções implementadas, desenvolveu-se um novo *layout* fabril, que se encontra disponível no capítulo VI, contemplando três princípios defendidos por Costa e Ribeiro (2007): as movimentações internas não acrescentam valor, devendo ser eliminadas ou reduzidas; não se aconselham movimentações de produto entre duas fases de produção; a implantação das máquinas e outros equipamentos produtivos deverá permitir, tanto quanto possível, um fluxo coerente de produtos ao longo do ciclo produtivo.

O mapa do estado futuro, é de igual modo apresentado no capítulo VI, sendo que o procedimento relativo ao tratamento de encomendas será mantido.

5.4.2. Implementação do SMED – Parte Prática

Tal como apresentado na fundamentação teórica preconizada por Shingo, sub capítulo 2.4., vão ser seguidos os seguintes passos de implementação:

- fase 0: não existe distinção entre operações internas e externas;

- fase 1: separação entre operações internas e externas;
- fase 2: conversão de operações internas em operações externas;
- fase 3: desenvolvimento de todas as operações de *setup*.

5.4.2.1. Fase 0 SMED

A fase zero apresentada neste momento representa a situação actual da empresa mas sem todos os desperdícios causados pelos diversos problemas ligados com a organização geral. Isto é, depois de analisados todos os dados do diagnóstico, retiraram-se todas as perdas de tempo ligadas a uma gestão menos eficiente da estrutura, tais como:

- esperas devido a má manutenção do equipamento;
- perdas de tempo por ausência de recursos para realizar tarefas que não estavam ligadas à mudança de lote, tais como sejam as reparações noutros equipamentos.

Importa aqui referir que os tempos padrão apresentados que serviram de base a este estudo são os tempos mínimos observados, ou seja, foi considerado que o tempo necessário para realizar qualquer tarefa teria de ser o mínimo possível.

5.4.2.2. Fase 1 SMED

O objectivo da fase um, consiste em seleccionar as operações externas e realizá-las fora da mudança de molde. Foram analisadas as operações previstas e identificadas como operações externas: operação de limpeza do posto de trabalho, extrair o líquido refrigerante do circuito do molde, colocar o olhal de elevação e por último, ligar cabos e testar o aquecimento do molde.

A operação de limpeza do posto de trabalho consiste em limpar toda a zona em redor do equipamento de injeção, sendo esta actividade demorada.

Esta operação pode ser realizada em duas alturas distintas, depois da máquina estar em pleno funcionamento, ou enquanto um operador introduz os parâmetros no equipamento. Desta forma evita-se este desperdício de tempo que reduz imediatamente os trinta minutos dispendidos com esta tarefa.

A tarefa de extrair o líquido refrigerante do circuito do molde tem como objectivo anular o efeito do líquido refrigerante no circuito por tempo indeterminado. Acontece que esse líquido tem agentes desincrustantes, que alojados durante muito tempo no molde fomentam a degradação dos aços. Esta operação não tem de ser feita com o molde na máquina. Na verdade, poderá ser efectuada após a saída do molde. Assim, evita-se a perda de cinco minutos atribuída a esta tarefa.

A colocação do olhal de elevação é fundamental para se ter um ou mais pontos por onde se eleva o molde para transporte, montagem e desmontagem. Importa referir que o olhal, desde que bem apertado, pode estar sempre solidário com o molde. Desta forma evita-se a sua montagem e desmontagem, contabilizada em um minuto.

A ligação dos cabos e o teste do sistema de aquecimento do molde é uma operação que tem como objectivo verificar se o sistema de aquecimento do molde funciona bem. Frequentemente, monta-se o molde da máquina e os eventuais problemas são detectados numa fase muito adiantada da montagem do molde. Através de um equipamento de controlo adquirido para o efeito, pode-se evitar a perda de dez minutos na máquina, que podem representar muito mais tempo na presença de uma avaria. O custo do equipamento é de aproximadamente sete mil euros.

5.4.2.3. Fase 2 SMED

O objectivo da fase dois consiste em reduzir o tempo das operações internas. Nesse sentido é possível otimizar o tempo das seguintes operações:

- desapertar os KOs (veios) de extracção - para esta operação estavam previstos dez minutos. Com a introdução de uma ferramenta pneumática é possível reduzir este tempo para três minutos;

- desapertar os grampos - com o contributo da ferramenta pneumática introduzida no item anterior, é possível passar dos dezasseis minutos observados para cinco minutos;

- agarrar o novo molde e colocá-lo na máquina - actualmente, o procedimento utilizado passa por deslocar a ponte móvel do stock de moldes para cima da máquina, e em seguida retirar o molde da máquina, ficando esta parada. Este método pressupõe enormes perdas porque a máquina está parada enquanto se transporta o molde que sai e, de seguida, se recolhe o molde que vai entrar, sendo este transportado em direcção à injectora. Antes de ser retirado o molde que está na máquina, é necessário colocar o novo molde junto à injectora, comprovadamente apto a ser montado. O tempo desta operação passou a ser dois minutos;

- ajustar a posição do molde - esta operação que demora no mínimo dois minutos pode ser melhorada com a introdução de anilhas de centragem em ambos os lados, sendo importante complementar esta medida com a adopção de encaixes nos pratos da máquina. Implementando o proposto, a poupança será de um minuto;

- apertar os grampos - com o contributo da ferramenta pneumática introduzida nos itens anteriores, é possível passar dos vinte minutos observados para dez minutos;

- afinar curso e apertar KOs de extracção - mais uma vez, com o contributo da ferramenta pneumática introduzida nos itens anteriores, é possível passar dos treze minutos observados para nove minutos;

- estabilização do processo, ajuste de cor e outros ajustes processo - na verdade, o tempo previsto para este conjunto de tarefas é muito elevado, quarenta minutos, vinte minutos e quinze minutos respectivamente. Esta limitação resulta da elevada variação entre as diversas injectoras. Se por um lado o processo de estabilização varia devido à precisão da peça em questão, o acerto de cor e outros ajustes necessários após arranque dependem sobejamente de algumas características da máquina de injeção, tais como: diâmetro do fuso de injeção, velocidade e capacidade de plastificação. Por tal motivo, testou-se a montagem do molde sempre na mesma máquina, sendo o resultado muito positivo. O tempo necessário passou a ser quarenta e cinco minutos.

5.4.2.4. Fase 3 SMED

A terceira e última fase promove a redução do tempo dispendido nas operações externas. Nesse sentido, foram identificadas as operações externas, sendo consideradas tarefas de grau de dificuldade mediano, o que está ao alcance de uma solução simplificada, baseada na realização de *checklists*, que devem ser preenchidas pelo operador que prepara a mudança de molde. No anexo X é possível observar as várias *checklists* que servem para agilizar as operações internas e externas inerentes à mudança de molde. Além da *checklist*, deve ser disponibilizado um quadro que permita, para cada molde, identificar o sistema de extracção, tipo de *raccord* (conector) rápido para circuito de água, bem como o sistema de extracção, sendo que este deve estar colocado numa área de fácil visualização.

5.5. Conclusões

Neste capítulo foram aplicados conceitos Lean, sustentados no apoio das ferramentas VSM e SMED. Cada uma das ferramentas deu o seu contributo, sendo o resultado global muito satisfatório, pelo que, os conceitos abordados e implementados demonstraram a sua enorme aptidão para a integração na indústria de embalagens plásticas.

Capítulo VI – Apresentação e Discussão de Resultados

6.1. Introdução

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos neste trabalho, resultantes da implementação do LM.

6.2. Apresentação e Discussão de Resultados

6.2.1. VSM

Através da implementação do VSM, fundamentada na definição e apresentação de um novo *layout* e o consequente mapa de estado futuro, observaram-se melhorias significativas, que serão de seguida apresentadas e relacionadas com os desperdícios sustentados pelo LM:

- perda por superprodução - neste aspecto não existem grandes melhorias, tendo em conta a cultura da empresa. De salientar apenas a redução do *lead time* relevante para a melhoria da capacidade de resposta, pondo por terra parte da cultura da organização;
- perda por transporte - com a introdução de um novo *layout* e a consequente redução do *lead time*, é possível juntar este produto com outros, no mesmo transporte, otimizando o seu custo;
- perda no processamento - com a introdução do novo *layout* privilegia-se a produção do copo apenas numa máquina devidamente preparada para o efeito. Esta preparação consiste, entre outras coisas, na possibilidade de trabalhar sincronizadamente com a máquina de gravação;
- perda com produtos defeituosos - este desperdício embora dependa directamente da organização global da empresa, o seu nível de ocorrência é fortemente influenciado pelo *layout* e pela padronização;

- perdas com movimentos entre operações - neste particular foram visíveis grandes melhorias, obtidas através da mudança de *layout*. Os fluxos de materiais e produto acabado estão equilibrados, permitindo significativa melhoria do *lead time*. Além disso, no passado, a operação de gravação além de estar afastada da injectora, só era efectuada quando já existia uma quantidade razoável em stock. Actualmente, após a injeção, o copo passa directamente para a operação seguinte (gravação) sem qualquer tempo dispendido;
- perda por espera - uma vez mais, notou-se que a introdução do *layout* contribuiu para a redução da espera. No entanto, existem outros aspectos como a falta de padronização e alguns imprevistos na produção que carecem de intervenção noutras áreas;
- perda por stock - através da redução do *lead time* conseguida com as alterações no processo, obtém-se maior disponibilidade de máquina, permitindo uma melhor resposta a pedidos urgentes sem necessidade de grandes stocks, o que se traduz na redução de custos.

As melhorias constatadas anteriormente são indiciadoras do sucesso deste estudo, mesmo assim, entende-se ser relevante acrescentar outras mais-valias conquistadas com as alterações aplicadas:

- a junção da injectora com a máquina de gravar, permitiu uma poupança de cinquenta e seis minutos dispendidos na movimentação das paletes entre ambas as operações. Cumulativamente, para cada uma das operações estava previsto um operador a três turnos. Neste momento trabalha um operador a dois turnos;
- o *lead time* baixou de 33,91 para 16,84 horas.

Os ganhos anteriormente anunciados podem ser observados através das figuras 6.1 e 6.2, que apresentam, respectivamente, o novo *layout* fabril e o mapa de estado futuro.

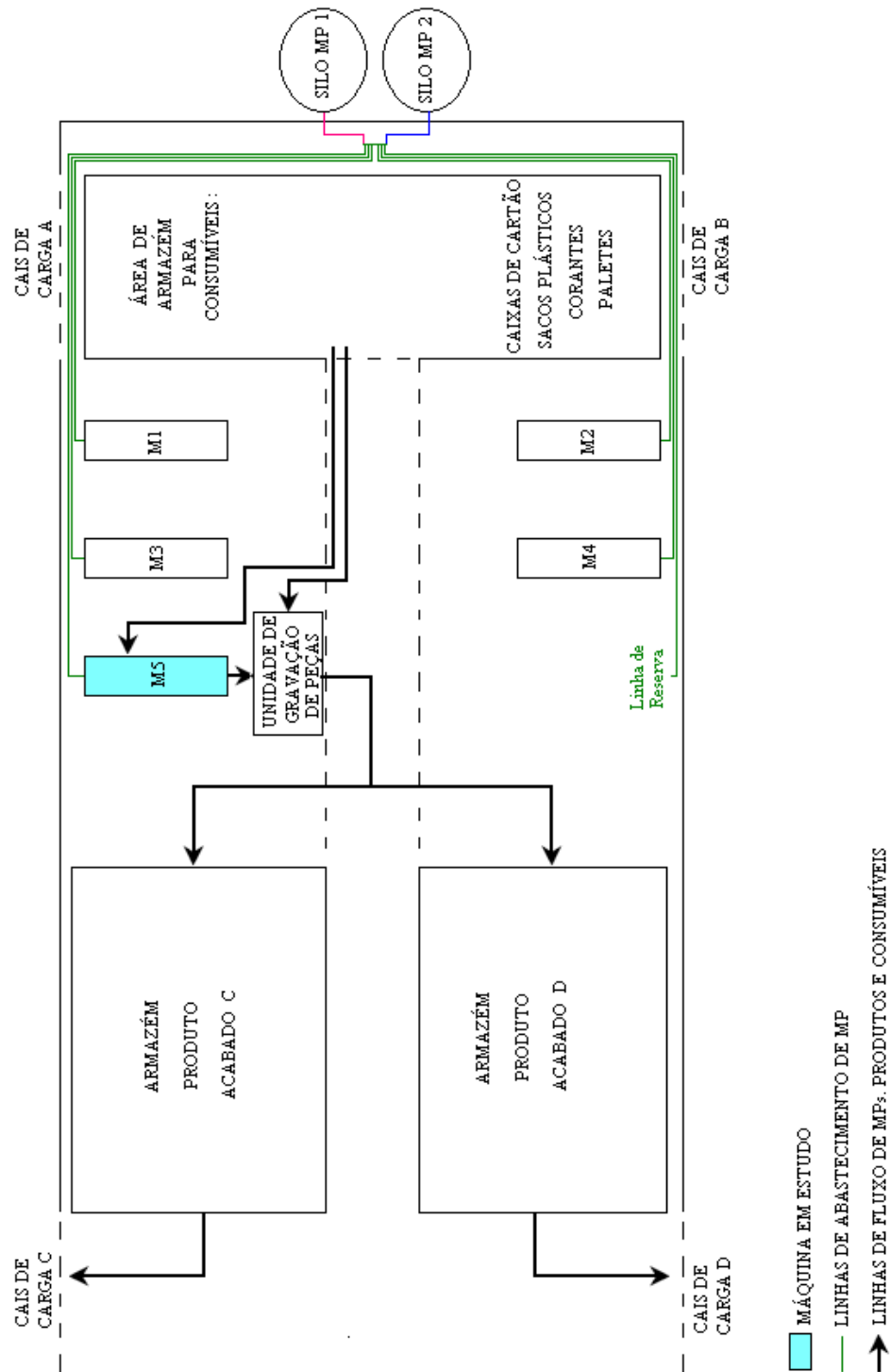


Figura 6.1 – Novo layout fabril

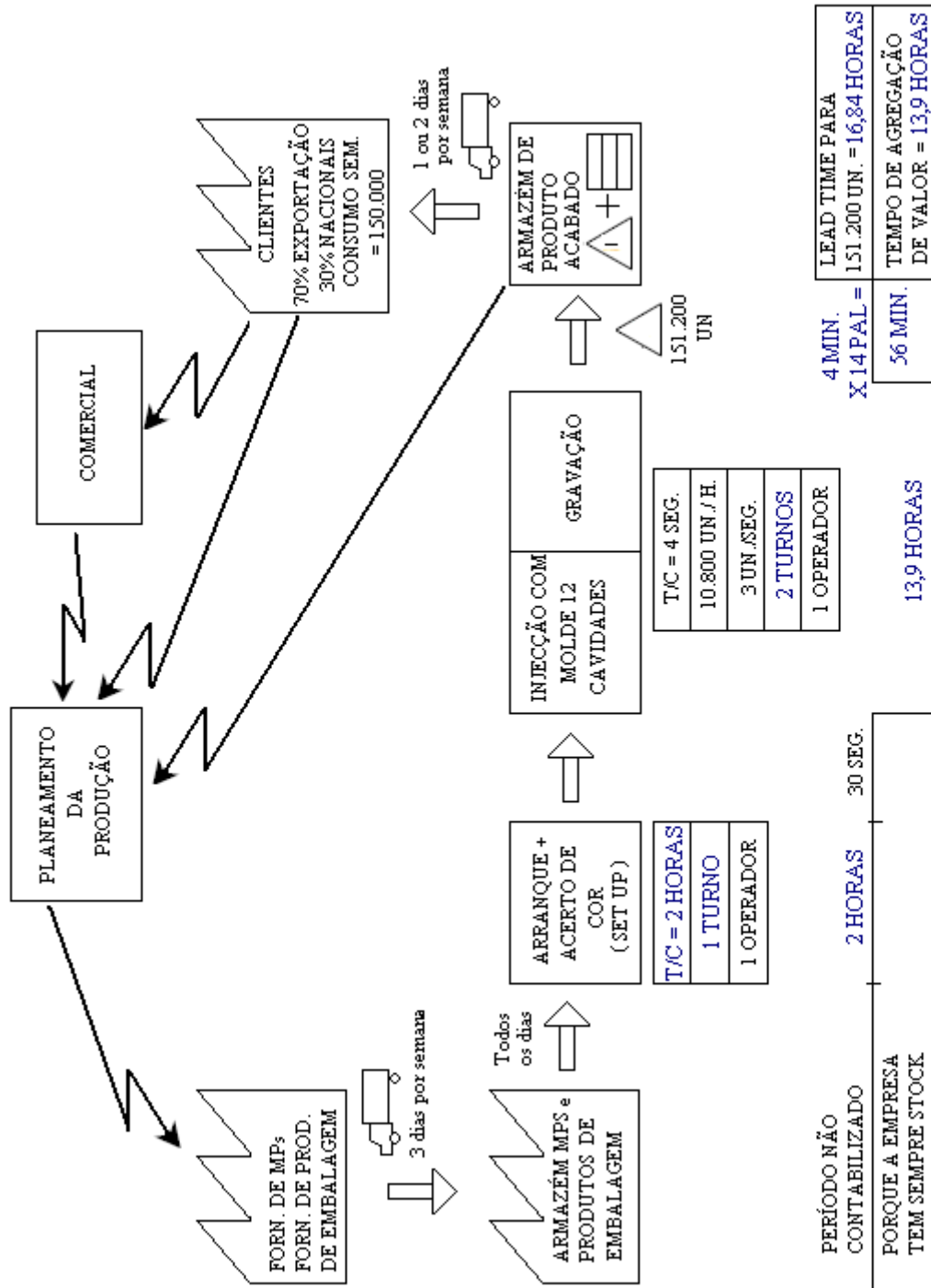


Figura 6.2 – Mapa de estado futuro

6.2.2. SMED

Durante a fase 0, que representa a situação inicial da empresa, obtiveram-se os tempos padrão apresentados na tabela 6.1.

Operação	Tempo (H:M:S)	Operação	Tempo (H:M:S)
Limpeza do posto de trabalho	0:30:00	Retirar olhal de elevação	0:00:30
Fechar as torneiras circuito refrigeração	0:00:50	Ajustar abertura e fecho do molde	0:02:00
Desligar o aquecimento do molde	0:00:10	Afinar curso e apertar KOs de extracção	0:13:00
Retirar as mangueiras circuito refrigeração	0:03:00	Montar as mangueiras circuito refrigeração	0:05:00
Desligar cabos aquecimento do molde	0:02:00	Ligar cabos aquecimento do molde e testar aquecimento	0:10:00
Extrair o líquido refrigerante do circuito do molde	0:05:00	Ligar o aquecimento do molde	0:00:10
Limpar o molde e aplicar protector	0:05:00	Abrir as torneiras circuito refrigeração injeccção	0:00:50
Desapertar KOs de extracção	0:10:00	Introduzir parâmetros na máquina (suporte digital)	0:02:00
Colocar olhal de elevação	0:00:30	Limpar molde	0:02:00
Colocar o guindaste no olhal	0:00:20	Iniciar o arranque do molde	0:10:00
Desapertar os grampos	0:16:00	Abrir as torneiras circuito refrigeração extracção	0:00:50
Retirar o molde da máquina e colocá-lo no chão	0:05:00	Estabilização do processo	0:40:00
Agarrar o novo molde e colocá-lo na máquina	0:05:00	Ajuste de cor	0:20:00
Ajustar a posição do molde	0:02:00	Outros ajustes processo	0:15:00
Apertar os grampos	0:20:00		

Tabela 6.1 – Listagem dos tempos padrão das várias operações da mudança de molde

No sentido de tornar eficazes as alterações previstas na implementação, foi definida uma sequência de acções, distribuídas no tempo (antes e depois da mudança do molde):

- tarefas externas a realizar duas horas antes da paragem do molde - colocar o molde junto da máquina, testar aquecimento do molde e pô-lo em pré-aquecimento, verificar a disponibilidade de olhais, verificar se existem grampos suficientes;
- tarefas externas a realizar imediatamente antes da paragem - colocar ponte por cima da máquina, ter a ferramenta disponível, disponibilizar componentes tais como mangueiras e parafusos para possível substituição e desligar aquecimento do molde que vai entrar;
- tarefas internas a realizar durante a paragem de máquina - fechar as torneiras do circuito de refrigeração, desligar o aquecimento do molde, retirar as mangueiras do circuito de refrigeração, desligar cabos do sistema de aquecimento, limpar o molde e aplicar protector, desapertar KOs da extracção, colocar guindaste no olhal, desapertar grampos, retirar molde da máquina e colocá-lo no chão, agarrar o novo molde e colocá-lo na máquina, ajustar a posição do molde, apertar os grampos, ajustar abertura e fecho do molde, ligar o aquecimento do molde, montar mangueiras circuito de refrigeração, abrir as torneiras do circuito de refrigeração da injeção, afinar curso e apertar KOs de extracção, introduzir parâmetros na máquina (suporte digital), limpar o molde, iniciar o arranque e abrir as torneiras do circuito de refrigeração da extracção;
- tarefas externas a realizar após a máquina começar a produzir - aguardar pela estabilização do processo, ajuste de cor e eventuais ajustes do processo. Ainda nesta fase é necessário limpar a máquina, levar o carro de ferramentas para a serralharia, arrumar os diversos acessórios no local determinado e guardar a documentação consultada.

Terminada esta fase, apresenta-se a tabela 6.2 onde constam as poupanças parciais e totais, promovidas com as modificações implementadas.

Operações Iniciais	Tempo (H:M:S)	Operações Actuais	Tempo (H:M:S)
Limpeza do posto de trabalho	0:30:00		
Fechar as torneiras circuito refrigeração	0:00:50	Fechar as torneiras circuito refrigeração	0:00:50
Desligar o aquecimento do molde	0:00:10	Desligar o aquecimento do molde	0:00:10
Retirar as mangueiras circuito refrigeração	0:03:00	Retirar as mangueiras circuito refrigeração	0:03:00
Desligar cabos aquecimento do molde	0:02:00	Desligar cabos aquecimento do molde	0:02:00
Extrair o líquido refrigerante do circuito do molde	0:05:00		
Limpar o molde e aplicar protector	0:05:00	Limpar o molde e aplicar protector	0:05:00
Desapertar KOs de extracção	0:10:00	Desapertar KOs de extracção	0:03:00
Colocar olhal de elevação	0:00:30		
Colocar o guindaste no olhal	0:00:20	Colocar o guindaste no olhal	0:00:20
Desapertar os grampos	0:16:00	Desapertar os grampos	0:05:00
Retirar o molde da máquina e colocá-lo no chão	0:05:00	Retirar o molde da máquina e colocá-lo no chão	0:05:00
Agarrar o novo molde e colocá-lo na máquina	0:05:00	Agarrar o novo molde e colocá-lo na máquina	0:02:00
Ajustar a posição do molde	0:02:00	Ajustar a posição do molde	0:01:00
Apertar os grampos	0:20:00	Apertar os grampos	0:10:00
Retirar olhal de elevação	0:00:30		
Ajustar abertura e fecho do molde	0:02:00	Ajustar abertura e fecho do molde	0:02:00
Afinar curso e apertar KOs de extracção	0:13:00	Afinar curso e apertar KOs de extracção	0:09:00
Montar as mangueiras circuito refrigeração	0:05:00	Montar as mangueiras circuito refrigeração	0:05:00
Ligar cabos aquecimento do molde e testar aquecimento	0:10:00		
Ligar o aquecimento do molde	0:00:10	Ligar o aquecimento do molde	0:00:10
Abrir as torneiras circuito refrigeração injeção	0:00:50	Abrir as torneiras circuito refrigeração injeção	0:00:50
Introduzir parâmetros na máquina (suporte digital)	0:02:00	Introduzir parâmetros na máquina (suporte digital)	0:02:00
Limpar molde	0:02:00	Limpar molde	0:02:00
Iniciar o arranque do molde	0:10:00	Iniciar o arranque do molde	0:10:00
Abrir as torneiras circuito refrigeração extracção	0:00:50	Abrir as torneiras circuito refrigeração extracção	0:00:50
Estabilização do processo	0:40:00	Estabilização do processo	0:30:00
Ajuste de cor	0:20:00	Ajuste de cor	0:10:00
Outros ajustes processo	0:15:00	Outros ajustes processo	0:05:00
TOTAIS	3:46:10		1:54:10

Tabela 6.2 – Comparação entre o tempo inicial das operações e o tempo actual

Em termos gerais, pode-se concluir que a implementação do SMED permitiu:

- assente na adopção de métodos de trabalho, o índice de confiança dos equipamentos aumentou, promovendo a diminuição do tamanho dos lotes.
- reduzir o *setup* da injectora de quase quatro para menos de duas horas;
- o departamento de manutenção disponibilizava de dois operadores designados para a mudança do molde, que trabalhavam em turnos diferentes. Doravante, esta função trabalhará apenas com um operador no regime de um turno.

6.4. Conclusões

Neste capítulo foram apresentados e discutidos os resultados obtidos neste trabalho, resultantes da implementação do LM.

Apesar da especificidade da indústria das embalagens plásticas, grande parte dos conceitos teóricos resultantes da pesquisa efectuada foram validados pelos resultados obtidos. Por conseguinte, tendo por base a questão de investigação formulada: Existirão vantagens resultantes da implementação do LM na indústria das embalagens plásticas? – poder-se-á então afirmar que os resultados são objectivos e fundamentados, garantindo que a implementação do LM na actividade supracitada representa uma mais-valia inequívoca. Cumulativamente, a empresa PackPlast considerou os resultados obtidos válidos e de grande interesse para o desenvolvimento sustentado da organização.

Capítulo VII – Conclusões

7.1. Conclusões

O principal objectivo consistiu na aplicação do LM, com vista à identificação e eliminação de desperdícios na indústria das embalagens plásticas, possibilitando uma demonstração inequívoca das vantagens resultantes da sua implementação. A motivação patente foi orientada para a possibilidade de poder-se melhorar o nível de qualidade, produtividade, competitividade, inversão na cultura organizacional e, conseqüentemente, a maximização do lucro, sem olvidar as especificidades deste ramo de actividade.

O objectivo foi alcançado, mostrando que a utilização do LM na gestão da PackPlast, traduziu-se em ganhos consideráveis. A relação entre a análise teórica apresentada na revisão bibliográfica e a sua aplicabilidade no estudo de caso, foi inequivocamente demonstrada, corroborando a decisão relativa à escolha das ferramentas adoptadas.

Para a prossecução do objectivo central, foram definidos alguns objectivos específicos:

- redução do nível de stocks – com base no estudo desenvolvido, observou-se que a organização tem de analisar quais os produtos comercializados a mais de um cliente e definir, para cada um deles, um stock de segurança. Na atribuição de stock para cada produto deverão ser tidos em conta a quantidade média consumida, a sua frequência, a relação comercial e o risco financeiro associados ao cliente. Porém, importa garantir a confiança nos processos e equipamentos porque, apenas desse modo, a mudança tornar-se-á efectiva. Através do VSM, foi possível constatar a ineficiência do *layout*, o que se traduzia em perdas diversas, nomeadamente, na movimentação de produtos entre diferentes fases do ciclo de produção. Por outro lado, a adopção do SMED fomentou a confiança nos equipamentos produtivos, sendo por tal motivo expectável que, paulatinamente, se produzam mais lotes de menor quantidade. Obviamente que o cenário preferível para as organizações produtoras de embalagens plásticas seria produzir apenas na base de encomendas, o que lamentavelmente, nem sempre é possível.

Esta análise reforça a perspectiva de que a cultura organizacional, que promove a existência de elevados stocks está desajustada. No que se refere ao nível de stock de matérias-primas, não foi possível desenvolver novos processos ou metodologias que promovessem a sua redução, tendo em conta os acordos de fornecimento em vigor e outras contingências observadas nesta indústria, cuja fundamentação consta no terceiro capítulo;

- redução do *setup* - com as sinergias resultantes do VSM foi possível criar num novo *layout* que se traduziu na redução do *lead time* de 33,91 horas para 16,84 horas, consubstanciando uma poupança de quase 50%. Por outro lado, a análise resultante da aplicação do SMED foi de igual modo determinante para a obtenção de excelentes resultados;

- redução do tempo de mudança de molde - para a melhoria deste aspecto, através da aplicação do SMED foi possível desenvolver uma metodologia capaz de reduzir o tempo de mudança de molde de quatro horas para duas horas. Ainda assim, o sistema não está totalmente otimizado, pelo que, é legítimo pensar em melhorar, introduzindo procedimentos que definam claramente um conjunto de práticas, em função das ocorrências habitualmente descritas;

- redução do tempo de mudança de cor - sendo certo que as mudanças de cor são e serão inultrapassáveis, o tempo atribuído a cada mudança de cor foi otimizado, conforme se demonstra através da aplicação do SMED. Tal vantagem também decorre da utilização de apenas uma injectora para a produção do copo, evitando desse modo o efeito da variação das características das injectoras. De forma a baixar o tempo de mudança de cor, é necessário promover maior acompanhamento na verificação do cumprimento das práticas previstas, anteriormente não cumpridas.

No decorrer deste estudo, foi também possível constatar que as práticas industriais generalizadas na indústria de embalagens plásticas, não estão alinhadas com os princípios *Lean*.

Tal situação provém da falta de planeamento dos seus clientes, da cultura organizacional que defende a produção de grandes lotes, a existência de elevados stocks e a máxima ocupação dos equipamentos, mesmo que a decisão represente produzir sem qualquer previsão de consumo.

Numa perspectiva *Lean*, com base nos resultados obtidos nesta dissertação, formulou-se a relação entre os sete desperdícios preconizados pelo Lean e as acções de mitigação para cada um deles:

- perdas por Superprodução - definição dos níveis de stock estratégicos;
- perdas por Transporte - implementação do novo *layout*;
- perdas no Processamento - padronização das práticas e utilização de apenas um equipamento para a mesma peça;
- perdas com Produtos Defeituosos - padronização das práticas;
- perdas com Movimentos entre Operações - implementação do novo *layout*;
- perdas por Espera – padronização das práticas e implementação do novo *layout*;
- perdas por Stock – inversão da cultura de gestão que defende grandes stocks e solicitar ao departamento Comercial melhor acompanhamento aos clientes, de modo a tentar obter uma programação de consumo.

Apesar da empresa estar dotada de um sistema de gestão integrada, ainda não se encontram disponíveis todas as funcionalidades do *software*. Seria importante pôr o sistema a funcionar em pleno, obtendo através dele todas as informações necessárias à gestão.

O êxito da implementação do LM está intimamente ligado ao comprometimento de todos na empresa, que devem, nesta fase, ser responsáveis por apoiar na manutenção das ferramentas, para que possam prevalecer de forma duradoura, conquistando assim a confiança dos *stakeholders*.

Na verdade, ficou provado ao longo deste estudo que os princípios *Lean* são válidos e podem ser transpostos para outras actividades, promovendo a eliminação dos desperdícios, e criando deste modo, uma vantagem competitiva muito aliciante.

Pese embora o facto deste estudo ser “portador” de alguma complexidade e simultaneamente inovador, foram excedidas todas as expectativas, pelo que, terá decerto grandes possibilidades de sucesso.

7.2. Limitações do Estudo

Este estudo foi muito focalizado no sector produtivo e nos processos inerentes, sendo por isso limitado o seu alcance, em especial no tocante à gestão, onde a filosofia *Lean* também poderia ser estudada e implementada.

No âmbito desta dissertação, verificou-se alguma dificuldade na implementação das ferramentas, motivada pela pouca disposição de alguns elementos da organização, para a melhoria contínua, tais como acomodação e resistência à mudança. Aparentemente, existiu uma diferença entre as expectativas de retorno do programa e aquilo que ele poderia propiciar.

Devido a limitações temporais, não foi possível explorar todo o potencial das ferramentas *Lean*, sendo que, pelo mesmo motivo, não foi estudada e aplicada nesta dissertação a ferramenta 5S, que seria decerto uma mais-valia.

Apesar da filosofia LM ser transversal e aplicável a qualquer indústria de embalagens plásticas, importa referir que as ferramentas de apoio seleccionadas, bem como o método de pesquisa, poderão não ser os mais correctos para outras organizações do mesmo ramo, uma vez que estes deverão ser orientados para o estudo em causa.

7.3. Pesquisas Futuras

Sendo este estudo muito orientado para o sector produtivo, seria oportuno estudar o desempenho do LM nos restantes processos da empresa, demonstrando a relação entre eles e o potencial ganho da gestão integrada, segundo os princípios *Lean*.

Por outro lado, ainda existem muitas actividades ligadas à indústria e serviços, que não conhecem a metodologia *Lean*, pelo que, importa explorar melhor esta filosofia, que pode, inclusivamente, ajudar as empresas portuguesas a tornarem-se mais competitivas.

Bibliografia

Abdullah, E., Ozdemirb, G. (2007). *An economic order quantity model with defective items and shortages*. Int. J. Production Economics.

Alukal, George (2006). *All About Lean. Quality Progress*. Vol.39, Num. 2. Milwaukee. [Em linha]. Disponível em <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=991049161&sid=14&Fmt=3&clientId=65396&RQT=309&VName=PQD>. [Consultado em 20/12/2009].

Antunes, J. A. V. (1994). *Sistema de Produção com Estoque Zero: o modelo japonês JIT/TQC*. Apostila Interna no Mestrado do PPGE, UFRGS, Porto Alegre.

Associação Brasileira de Embalagem - (ABRE). [Em Linha]. Disponível em http://www.abre.org.br/apres_setor_embalagem.php. [Consultado em 22/12/2009].

Associação Portuguesa dos Industriais de Águas Minerais Naturais e de Nascente – (APIAM). [Em Linha]. Disponível em <http://www.apiam.pt>. [Consultado em 22/06/2010].

Assunção, Wellinton de (2003). *Uma Aplicação do Método de Análise de Valor em um Processo Produtivo*. Dissertação de Mestrado. Campinas. [Em Linha]. Disponível em <http://libdigi.unicamp.br/document/?view=vtls000310968>. [Consultado em 10/01/2010].

Bazzatto, Antônio Carlos (2001). *Setor Automotivo: Implantação na região metropolitana de Curitiba: Um Estudo de Caso*. Dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis. [Em Linha]. Disponível em <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/4504.pdf>. [Consultado em 01/02/2010].

Barreto, Guilherme José de Mattos; Farias Filho, José Rodrigues de; Carneiro, Christian Augusto Guimarães Vargas; Farias, Ana Paula Paiva (2005). *Revisão Bibliográfica Sobre a Manufatura Ágil e Comparação e Diferenciação Entre Três Eras Produtivas*. Revista Produção, UFSC, Vol. 5, N. 1. 2005. [Em Linha]. Disponível em <http://www.producaoonline.inf.br>. [Consultado em 14/12/2009].

Beirão Reis, Mário Pi (2004).

Bezerra, Cicero Aparecido (2007). *Um modelo de indicadores estratégicos da sustentabilidade organizacional de incubadoras de empresas de base tecnológica: aplicações em incubadoras de pequeno porte no estado do Paraná*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. [Em Linha]. Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br/>>. [Consultado em 19/01/2010].

Bhasin, S.; Burcher, P. (2006). *Lean viewed as a philosophy*. Journal of Manufacturing Technology Management, V.17, n.1.

Bicheno, J. (2000). *The Lean Toolbox*. 2ª ed. Buckingham, Picsie Books.

Bonacim, Rodrigo (2004). Um modelo de desenvolvimento de sistemas para suporte a cooperação fundamentado em design participativo e semiótica organizacional. Tese de Doutorado. Campinas. [Em Linha]. Disponível em <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000319294>>. [Consultado em 01/12/2009].

Brief - Empresa de Consultoria. [Em Linha]. Disponível em <<http://www.brief.com.br/downloads/lean.pdf>>. [Consultado em: 16/07/2010].

Calado, Robisom D. (2006). *Aplicação de conceitos da manufactura enxuta no processo de injeção e tampografia de peças plásticas*. Dissertação de mestrado em engenharia mecânica. Faculdade de engenharia mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Cardoza, Edwin; Carpinetti, Luiz C. R (2005). *Indicadores de Desempenho Para o Sistema de Produção Enxuto*. Revista Produção Online, UFSC. [Em Linha]. Disponível em <<http://www.producaoonline.inf.br>>. [Consultado em 04/01/2010].

Carmo, H. & Ferreira, M. M. (1998). *Metodologia da investigação: guia para auto-aprendizagem*. Lisboa, Universidade Aberta.

Carraro, Reinaldo V. (2005). *Avaliação de Um Processo de Implantação da Mentalidade Enxuta e seu Desempenho no Fluxo de Valor: Um Estudo De Caso*. Dissertação de Mestrado. Taubaté. SP.

Cervo, Amado L. e Bervian, Pedro A. (1983). *Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários*. 3.ed. São Paulo : McGraw-Hill.

Chiavenato, Idalberto (2004). *Recursos Humanos: O Capital Humano da Organizações*. 8ª ed.. São Paulo, Atlas.

Cleto, Marcelo G. (2002). A gestão da produção nos últimos 45 anos: *Transformações económicas e avanços tecnológicos determinam o desenvolvimento das novas formas de gestão da produção. R e v. Faebusiness*. [Em Linha]. Disponível em <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n4_dezembro_2002/tecnologia1_a_gestao_da_producao_nos_ultimos.pdf>. [Consultado em 02/12/2009].

Corrêa, H. L., Gianesi, G. N. (1993 e 1996). *Just in Time, MRPII e OPT: um enfoque estratégico*. São Paulo, Atlas

Costa, Cristina; Guida Rocha; Mónica Acúrcio (2005), *A entrevista*. [Em Linha]. Disponível em <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/entrevistat2.pdf>>. [Consultado em 01/12/2009].

Costa, H.; Ribeiro, P. C. (2007). *Criação & gestão de micro-empresas & pequenos negócios*. Lisboa, Lidel.

Courtois, A.; Pillet, M.; Martin, C. (1997). *Gestão da Produção*. Lisboa, Lidel.

Coutinho, André R; Kallás, David (2005). *Gestão Estratégica: Experiências e Lições de Empresas Brasileiras*. 4º ed. Rio de Janeiro, Elsevier.

Cua, K. O.; Mckone, K. E.; Schroeder, R. G. (2001). *Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM manufacturing performance*. Journal of Operations Management, V. 19.

Cuatrecasas, LI (2002). *Gestión competitiva de stocks y procesos de producción*. Barcelona, Gestión 2000.

Cuatrecasas, LI (2006). *Claves de lean management*. Barcelona, Gestión 2000.

Datamark (2002) - *Brazil Pack Trends 2005*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.datamark.com.br/>>. [Consultado em 20/02/2010].

Demo, Pedro (2000). *Metodologia do conhecimento científico*. São Paulo, Atlas.

Drickhamer, David. *The Quest for Zero Inventories* (2006). *Material Handling Management* Vol.61, Cleveland. United States US. [Em linha]. Disponível em <<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=998957231&sid=1&Fmt=4&clientId=65396&RQT=309&VName=PQD>>. [Consultado em 17/12/2009].

Elias, Sérgio J. B; Magalhães, Luciane C. (2003). *Contribuição da Produção Enxuta para Obtenção da Produção mais Limpa*. XXII ENEGEP. Ouro Preto. [Em linha]. Disponível em <<http://rte.espol.edu.ec>>. [Consultado em 03/12/2009].

Embalagens Plásticas - Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa. [Em linha]. Disponível em <http://www.esb.ucp.pt/twt/embalagem/MyFiles/biblioteca/publicacoes/sebenta/seb41.pdf>. [Consultado em 22/07/2010].

Esteves, G. (1999). *AutoCad: uma ferramenta para apresentação de projetos*. Porto Alegre, v. 3, n. 4.

Ethos (2004). *Instituto de Pesquisa Aplicada. Compreenda a pesquisa quantitativa*. Curitiba. [Em linha]. Disponível em <www.ethos.com.br>. [Consultado em 20/01/2010].

Favaro, Cleber (2003). *Integração da cadeia de suprimentos interna e externa através de Kanban*. Dissertação de mestrado em engenharia mecânica. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Feld, W. M. (2000). *Lean Manufacturing: tools, techniques and how to use them*. Boca Raton, St. Lucie Press.

Ferraz, J.C., Kupfer, D., Haguenaer, L. (1995). *Made in Brazil: Desafios Competitivos para a Indústria*. Rio de Janeiro, Campus.

Ferreira, M. P. ; Serra, F. R. (2009). *Casos de estudo – usar, escrever e estudar*. Lisboa, Lidel.

Fontanini, Patrícia S. P. (2004). *Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil – aplicação de macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio*. Dissertação de mestrado em engenharia civil. Faculdade de engenharia civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fortin, M. (2003). *O processo de investigação: da concepção à realização*. (3ª ed.). Loures, Lusociência.

Forza, C. (2002). *Survey research in operations management: a process-based perspective*. International Journal of Operations & Production Management. V.22, n.2.

Freitas, H.; et al (2000). *Projeto para concepção, desenvolvimento, implantação e avaliação de aplicações de comércio eletrônico: incubadora de empresas e experiências virtuais*. Anais do VII Congresso de Administração - COPPEAD. 24 e 25 de Novembro de 2000. [Em linha]. Disponível em <<http://janissek.chez-alice.fr/HF-RJ-EMLMO-2000.PDF>>. [Consultado em 04/02/2010].

Garcia, Eduardo A. C. (1998). *Manual de Sistematização e Normalização de Documentos Técnicos*. São Paulo, Atlas.

Ghinato, P. (1999). *Produção Enxuta I*. Apostila Interna no Mestrado do PPGEP, UFRGS, Porto Alegre.

Gil, A.C. (1989 e 1991). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo, Atlas.

Gil, A. C. (1996). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 3º Ed. São Paulo, Atlas.

Gil, A. C. (1999). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 5ª ed. São Paulo, Atlas.

Gil, A. C. (2001). *Gestão de Pessoas: Enfoque nos papéis profissionais*. São Paulo, Atlas.

Gilsa, D. V. (2008). *Lean Manufacturing*. [Em linha]. Disponível em <<http://www.somacursos.com.br>>. [Consultado em 05/02/2010].

Godinho, M., Fernandes, F. C. F. (2004). *Manufatura Enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras*. Gest. Prod., São Carlos, v. 11, n. 1, 2004. [Em linha]. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2004000100002&lng=&nrm=iso>. [Consultado em 01/12/2009].

Godinho, M. M.; Correia, N.; Pinto, M. C.; Rebelo, G. (2005). *Estudo sobre a utilização da propriedade industrial nos sectores dos plásticos e dos moldes*. V. 2. Lisboa, Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Goubergen, D.V., Landeghemb, H.V. (2002). *Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design*. Robotics and Computer Integrated Manufacturing.

Guelbert, Marcelo (2002). *Estudo de Caso em Uma Fábrica de Amortecedores na Busca da Eliminação do Defeito*. Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias. Ponta Grossa.

Hartley, F. (1994). Case study in organizational research. In C. Cassal & C. Symon (Eds.) *Qualitative methods in organizational research: a practical guide*. Thousand Oak, Sage Publications.

Hayes, R.H. e Pisano, G.P., (1996). *Manufacturing Strategy: at the Intersection of Two Paradigm Shifts, Production and Operations Management*, Vol. 5.

Hawkins, Bruce (2005). *The many faces of Lean Maintenance*. Plant Engineering. Proquest. Vol. 59, Num. 9. Barrington. US.. [Em linha]. Disponível em <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=903480401&sid=4&Fmt=4&clientId=65396&RQT=309&VName=PQD>>. [Consultado em 10/11/2009].

Hirano, H. (1988). *JIT factory revolution: a pictural guide to factory design of the future*. Portland, Productivity Press.

Hines, P.; Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre & Cardiff Business School.

Hirano, H. (1988). *JIT factory revolution: a pictural guide to factory design of the future*. Portland, Productivity Press.

Hunter, James (2004). *O Monge e o executivo*. Rio de Janeiro, Sextante.

Isatto, Eduardo Luis (2005). *Proposição de um modelo teórico-descritivo para a coordenação inter-organizacional de cadeias de suprimentos de empreendimentos de construção*. Tese Doutorado em Engenharia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Kanter R. Moss (1983). *Technological innovations; Organizational change; Employee participation*. New York, Simon and Schuster.

Kissock, Kelly (2006). *Productivity and Energy Challenges and Opportunities For U.S. Manufacturers*. Dept. of Mechanical. University of Dayton. U. S.. [Em linha]. Disponível em <<http://www.engr.udayton.edu/udiac/Publications.html>>. [Consultado em 06/01/2010].

Kunstler, James Howard (2006). *O Fim do Petróleo, o Grande Desafio do SéculoXXI*. Lisboa, Editorial Bizâncio.

Lean Institute Brasil (2003). *Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean*. São Paulo, Lean Institute. Brasil.

Lesca, H. (1986). *Structure et système d'information, facteurs de compétitivité de l'entreprise*. Paris.

Lewis, M. A. (2000). *Lean production and sustainable competitive advantage*. International Journal of Operations Management, V. 20, n.1.

Lifset, R. (1998). *On Becoming na Industrial Ecologist*. Journal of Industrial Ecology. V. 2, n. 3. Mit Press.

Liker, J.K., MEIER, D. (2007). *O Modelo Toyota: Manual de Aplicação*. São Paulo, Ed. Bookman.

Lisboa, João; Coelho, Arnaldo; Coelho, Filipe; Almeida, Filipe (2008), *Introdução à gestão de organizações*. Lisboa, Grupo Editorial Vida Económica.

Logoplaste. [Em linha]. Disponível em <<http://www.logoplaste.com>>. [Consultado em 09/09/2010].

López, P. R. A. (2007). *La gestión de costes en lean manufacturing*. Oleiros, Netbiblo.

Ludke, M; André, M.E.D.A (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U..

Machado, Marcio C. (2006). *Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos: proposta de uma metodologia para implementação*. Tese de Doutorado em Engenharia. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo. São Paulo.

Malvezzi, S. (2000). *Psicologia organizacional: da administração científica à globalização, uma história de desafios*. In: Machado, C. M; Melo, V.; Franco & Santos, N. Interfaces da psicologia. Universidade de Évora: Portugal.

Marcelino, Luciano Rodrigues (2007). *Sistema de Gestão Orientada por Processos – SGOPP: uma proposta de um sistema de gestão OPP sistêmico e sua metodologia de implantação*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC. [Em linha]. Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/11193.pdf>>. [Consultado em 27/12/2009].

Marcantonio AT, Santos MM, Lehfeld NAS (1993). *Elaboração e divulgação do trabalho científico*. São Paulo: Atlas.

Marchwinski, Chet; Shook, John (2003). *Léxico Lean*. São Paulo, Lean Institute Brasil.

Marconi, M.A.; Lakatos, E.M. (1990). *Técnicas de pesquisa*. 2ed. São Paulo, Atlas.

Marconi, Marina de A; Lakatos, Eva M. (1999). *Técnicas de Pesquisa*. 4º Edição. São Paulo, Atlas.

Marconi, M.A.; Lakatos, E.M. (2000). *Metodologia Científica*. 3º Edição. São Paulo, Atlas.

Mattar, F.N. (1996 e 2001). *Pesquisa de marketing*. São Paulo, Atlas.

Mattos, Pedro (2005). *A entrevista não estruturada como forma de conversação – razões e sugestões para análise*. Rio de Janeiro.

McCreadie, Karen (2009). *A arte da Guerra*. Porto, Divisão editorial literária.

McIntosh, R., Culley, S., Mileham, T., Owen, G. (2000). *A critical evaluation of Shingo's "SMED" (Single Minute Exchange of Die) methodology*. International Journal of Production Research.

McIntosh, R., Owen, G., Culley, S., Mileham, T. (2007). *Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" Methodology*. IEEE Transactions on Engineering Management.

Minayo, Maria Cecília de Souza (1993). *O desafio do conhecimento científico: pesquisa qualitativa em saúde*. 2ª ed. São Paulo/Rio de Janeiro, Hucitec-Abrasco.

Michel, Roberto (2005). *Learn from lean's best. Modern Materials Handling*. Warehousing Management Edition. V. 60, Num. 9; p. 35. Boston. US.. [Em linha]. Disponível em <<http://proquest.umi.com>>. [Consultado em 10/05/2010].

Min, W., Pheng, L.S. (2007). *Modeling just-in-time purchasing in the ready mixed concrete industry*. Int. J. Production Economics.

Miyake, D. I. (2002). *Melhorando o processo: seis sigma e sistema de produção lean*. In: Rotondaro, R. G. (Org). *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços*. São Paulo, Atlas.

Mozzato, Anelise Rebelato; Dikesch Luiz Eduardo (2004). *Gestão da Produção: Um estudo das indústrias de vestuário no Rio Grande do Sul*. EnAnpad. RS.

Ohno, T. (1997). *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre, Ed. Bookman.

Papadopoulou, T. C.; Ozbayrak, M. (2005). *Leanness: experiences from the journey to date*. Journal for manufacturing technology management, V. 16, n.7.

Pinto, João Paulo (2006). *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços*. Lisboa, Lidel.

Pinto, João Paulo (2009). *Pensamento Lean. A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa, Lidel.

Pizam, A. (1994). Planning a Tourism Research Investigation. In: J. R. Ritchie & C. R. Goeldner (Eds). *Travel, tourism and hospitality research: a handbook for managers and researchers*. Chichester, John Wiley & Sons.

Plastics Europe-Packaging. [Em linha]. Disponível em <<http://www.plasticseurope.org/use-of-plastics/packaging.aspx>>. [Consultado em 05/11/2009].

Porter, M.E. (2002). *Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro, Campus.

Porter, M.E. (1996) - *What is strategy?* Harvard Business Review. V.96, n.6.

Profeta, Rogério A. (2003). *Jit: Um Estudo de Casos dos Fatores Críticos Para a Implementação*. Tese de Doutorado. USP. [Em linha]. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-26102003-114508>>. [consultado em 10/09/2009].

Reis, Tathiana (2004). *Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de valor de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso*. Dissertação de mestrado em engenharia civil. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Revipack - Revista Técnica de Embalagem (2006). Nº 190. Lisboa, Oditécnica.

Revipack - Revista Técnica de Embalagem (2010). Abril, Maio e Junho. Lisboa, Oditécnica.

Richardson, R.J. (1999). *Pesquisa Social: métodos e técnicas*. 3ªed. São Paulo, Atlas.

Rio, Ralph (2006). *Successful Execution of a Lean Program*. ARC Advisory Group. [Em linha]. Disponível em <<http://asp.arcweb.com/NewsMag/auto/leanmfg-ins37-111104.asp>>. [Consultado em 10/10/2009]

Ritzman, Larry P; Lee J. Krajewski (2004). *Administração da Produção e Operações*. São Paulo, Prentice Hall.

Robbins, S.P (2004). *Comportamento Organizacional*. 9 ed. São Paulo: Prentice Hall.

Ross (2005). *Controls Inc. Implementing Lean in Tough Times*. Proquest. U. S.. [Em linha]. Disponível em <<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=884785281&sid=4&Fmt=4&clientId=65396&RQT=309&VName=PQD>>. [Consultado em 20/01/2010].

Rother, Mike; Harris, Rick (2002). *Criando fluxo contínuo – Um guia de acção para os gerentes, engenheiros e associados da produção*. The lean enterprise institute, Massachusetts, EUA.

Rother, Mike; Shook John (1999). *Aprendendo a Enxergar*. Parte I. São Paulo, Lean Institute Brasil.

Rother, Mike; Shook John (2003). *Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo, Lean Institute Brasil.

Rother, Mike; Shook John (1998). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. The lean enterprise institute, Brookline, EUA.

Rotondaro, Roberto G. (2002). *Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços*. São Paulo, Atlas.

Salvador, Angelo Domingos (1978). *Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica*. Porto Alegre: Sulina.

Satolo, E.G.; Calarge, F.C.; Salles, J.A.A; Maestrelli, A.J.; Papa, M.C.O; Abackerli, A.J. (2006). *Uma análise sobre questões actuais do Sistema Lean Production: um estudo exploratório de um site internacional de discussões*. In: Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva, 14, São Paulo.

Shank, John K.; Govindarajan, Vijay (1995). *Gestão Estratégica de Custos*. Rio de Janeiro, Campus.

Shingo, S. (1985). *The revolution in manufacturing: the SMED system*. Productivity Press.

Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção – Do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre, Ed. Bookman.

Silva, J. P. R. (2008). *Lean manufacturing – Implementação do lean*. [Em linha]. Disponível em <<http://leanemportugal.webs.com/>>. [Consultado em 10/11/2009].

Silva, P. G. S. (2002). *Inovação ambiental na gestão de embalagens de bebidas em Portugal*. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão de Tecnologia. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Silva, J.C.T.; Plonski, G.A. (1999) - *Gestão da tecnologia: desafios para pequenas e médias empresas*. Revista Produção. ABEPRO, v.9, n.1. Rio de Janeiro.

Silva, Edna L. da; MENESES, Estera M. (2005). *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 4º Edição revista e actualizada. Florianópolis.

Silveira, G. (1998). *Layout e Manufatura Celular*. Apostila Interna no Mestrado do PPGEF, UFRGS, Porto Alegre.

SIQUIM/EQ/UFRJ (2003) - Perspectiva Tecnológica da Cadeia Produtiva de Embalagens Plásticas para Alimentos. [Em linha]. Disponível em <<http://www.mdic.gov.br/>>. [Consultado em 12/01/2010].

Slack, N.; Chambers, S; Johnston, R. (2002 e 2008). *Administração da Produção*. São Paulo, Atlas.

Smeds, R. (1994). *Managing Change towards Lean Enterprises*. International Journal of Operations & Production Management, v. 14, n. 3. [Em linha]. Disponível em <<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/01443579410058531>>. [Consultado em 10/04/2010].

Stachelski, Leonardo (2001). *O Impacto da Implantação da Estratégia de Gestão da Qualidade Total na Cultura Organizacional: Um Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado*. Florianópolis. [Em linha]. Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/4507.pdf>>. [Consultado em 18/02/2010].

Straub, Detmar W. (1989). *Validating instruments in MIS research*. *MIS Quarterly*, Minneapolis: Carlson School of Management. V.13, n.2.

Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean – Metodologias Kaizen para a melhoria contínua*. Mansores, Lean OP Press.

Tetra Pak. [Em linha]. Disponível em <<http://www.tetrapak.com>>. [Consultado em 09/09/2010].

Tinoco, Juan C. (2004). *Implementation of lean manufacturing. Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master in Science*. Management Technology.

Trovinger, S.C., Bohn, R.E. (2005). *Setup Time Reduction for Electronics Assembly: Combining Simple (SMED) and IT-Based Methods*. Production and Operations

Management.University of Wisconsin-Stout. [Em linha]. Disponível em <<http://www.uwstout.edu/lib/thesis/2004/2004tinocoj.pdf>>. [Consultado em 15/02/2010].

Vokurka, R. J.; Lummus, R. R.; Krumwiede, D. (2007). *Improving manufacturing flexibility: the enduring value of JIT and TQM*. S. A. M. Advanced Management Journal, V.72, n.1.

Werkema, Cristina. (2006). *Lean Seis Sigma – Introdução às Ferramentas do Lean*

Withers, S. (1999). *Lean Forum: Mapping Icons*. Belo Horizonte, Werkema Editora.

Womack, J., Jones, D. (1990). *A Máquina que Mudou o Mundo*. Rio de Janeiro, Ed. Campus.

Womack, J., Jones, D. (1996). *A Máquina que Mudou o Mundo*. Rio de Janeiro, Ed. Campus.

Womack, P. J., Jones, T. J., (1998). *A Mentalidade Enxuta das Empresas*. Rio de Janeiro, Ed.

Womack, P. J.; Jones, T. D.; Skook, J.; Ferro, J. (2004). *Criando o sistema puxado nivelado*. São Paulo, Lean Enterprise Institute.

Womack, P. J.; Withers, S. (2000). *Mapping Your Current State: information flow*. [Em linha]. Disponível em <http://www.lean.org/Lean/Community/Resources/thinkers_start.cfm>. [Consultado em 10/04/2010].

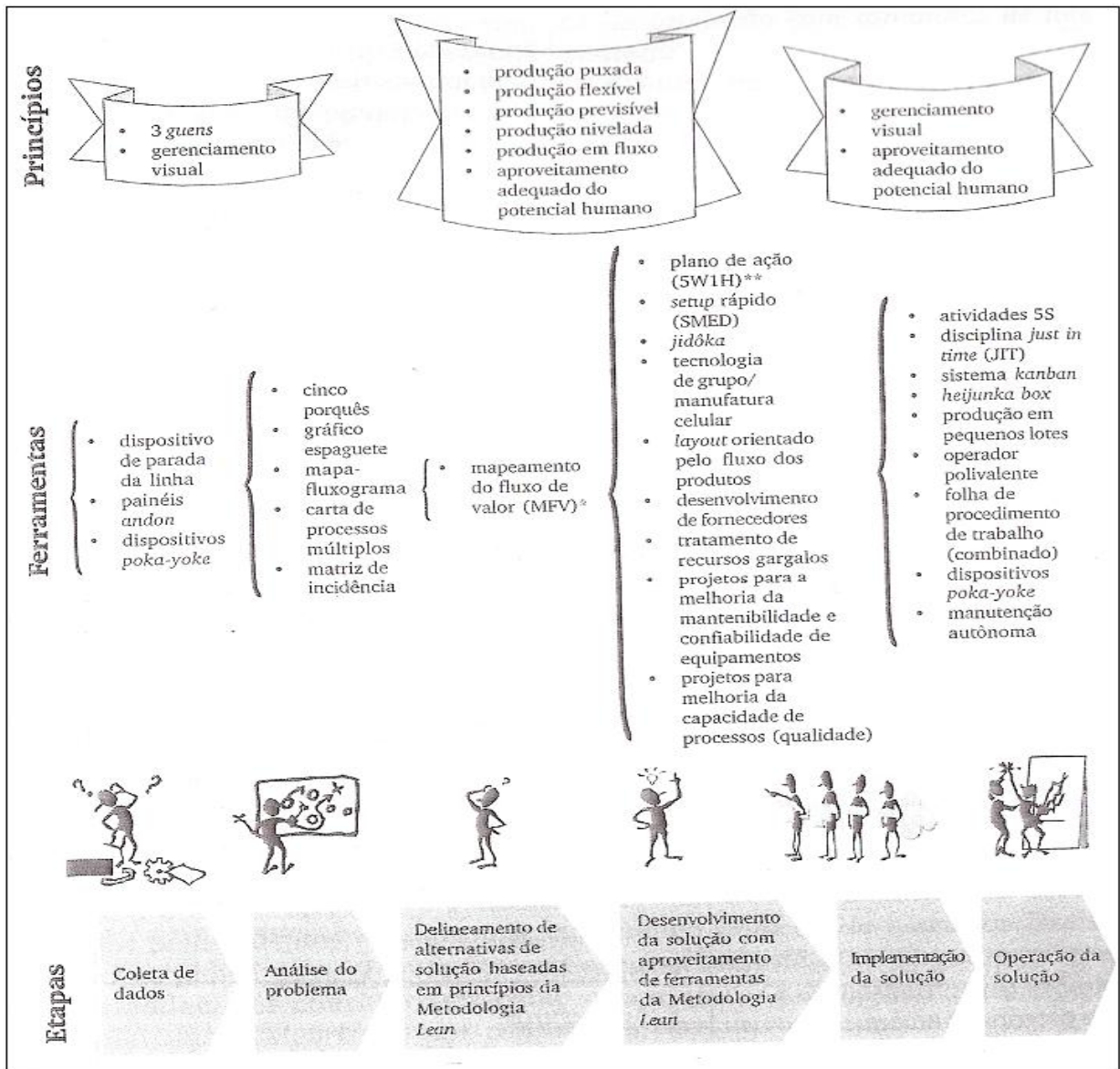
Yin, R. K. (2001). *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre, Bookman.

Yin, R. K. (2003). *Case Study Research*. 3ª ed. London, Sage Publications.

Zarbock, T., Lehmann, F., Fellendorf, J. (2006). *Holistic Cycle Time Analysis and Improvement Project within a 200mm Lithography I-line Production Area*. IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference.

ANEXOS

ANEXO I - Princípios e ferramentas do modelo Lean nas etapas de um projecto de melhoria



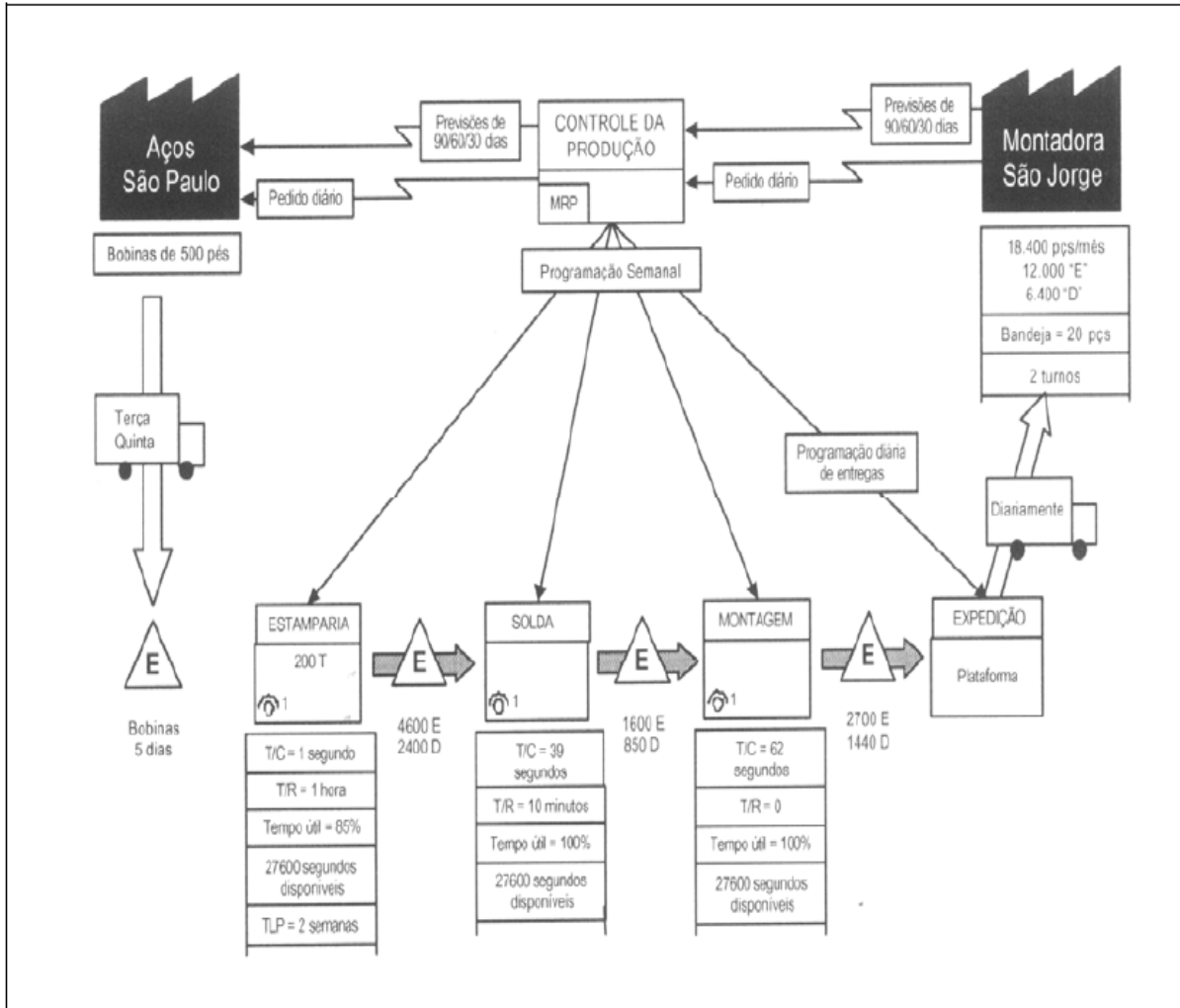
Fonte: Rotondaro (2002)

ANEXO II - Princípios do modelo Lean e ferramentas associadas

Princípios	Ferramentas
Produção puxada	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <i>Just in time</i> (JIT) ◦ Sistema <i>kanban</i> e “supermercado” de peças
Produção flexível	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Manufatura celular ◦ <i>Setup</i> rápido (SMED) ◦ Operador polivalente
Produção previsível	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Autocontrole ◦ Manutenção autônoma ◦ <i>Jidôka</i> (autonomação) ◦ <i>Poka-yoke</i> ◦ Procedimento de trabalho padrão
Produção nivelada	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <i>Setup</i> rápido (SMED) ◦ Produção em pequenos lotes ◦ Sincronização da produção ◦ <i>Heijunka</i> (nivelamento da produção)
Produção em fluxo contínuo	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Gráfico espaguete ◦ Tecnologia de grupo e manufatura celular ◦ Arranjo físico orientado pelo fluxo dos produtos ◦ Produção em pequenos lotes ◦ <i>One-piece-flow</i> ◦ Atuação nos recursos gargalos
Aproveitamento adequado do potencial humano	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Atividades 5S ◦ Manutenção autônoma ◦ Dispositivo de parada da linha ◦ Autocontrole ◦ Operador polivalente e multifuncional ◦ Atividades em pequenos grupos ◦ Participação em projetos <i>kaizen</i>
Gerenciamento visual	<ul style="list-style-type: none"> ◦ <i>Heijunka box</i> ◦ <i>Andon</i> (painel luminoso) ◦ Sistema <i>kanban</i>

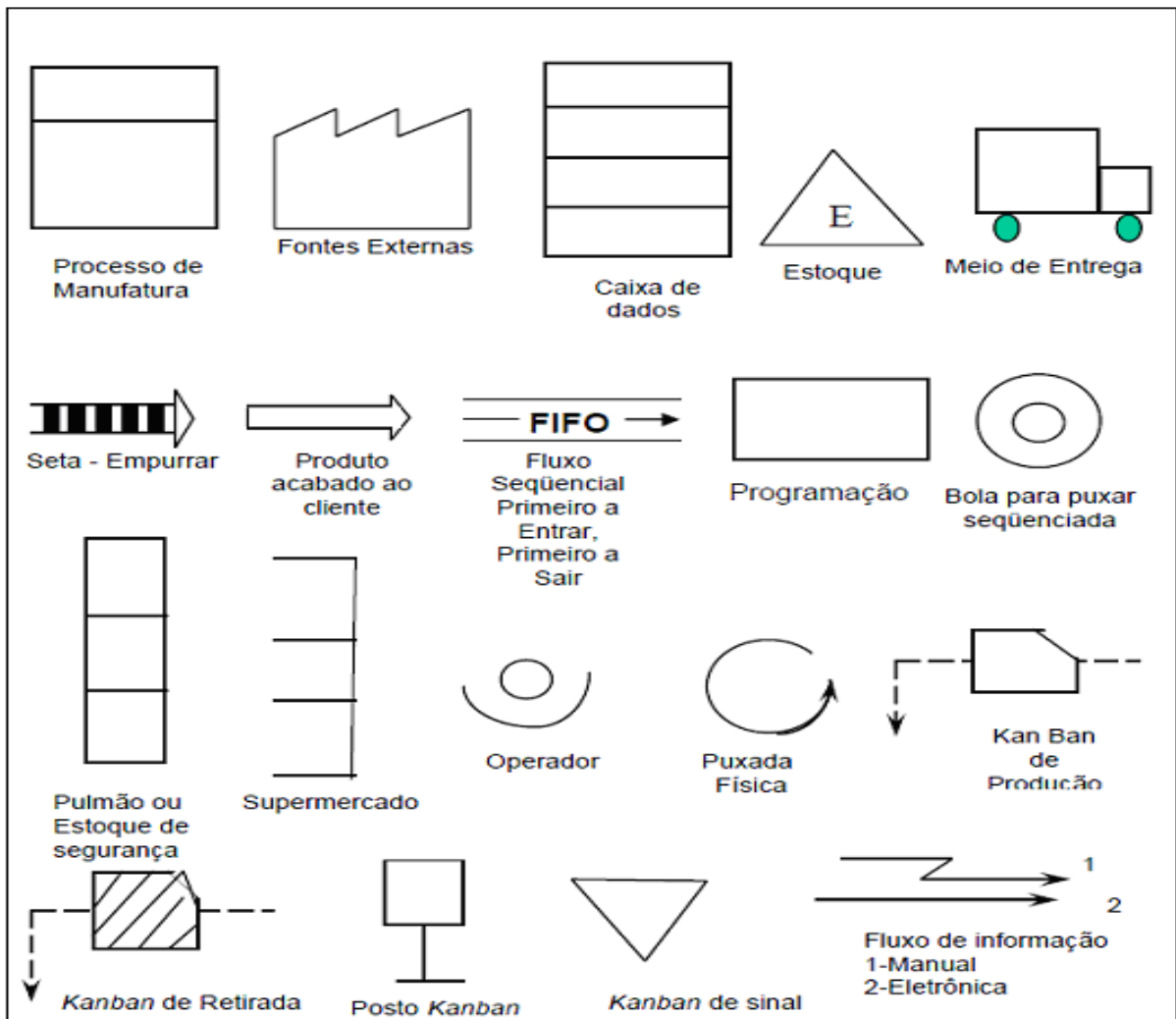
Fonte: Rotondaro (2002)

ANEXO III - Exemplo de um VSM



Fonte: Rother & Shook (1999)

ANEXO IV - Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor



Fonte: Rother e Shook (1999)

ANEXO V - Listagem das regras de design recomendadas para diminuir os tempos de mudança de formato

Regras de design	
1. Diminuição do peso	4. Segurança
1.1 usar materiais leves	4.1 Usar o menor número de peças móveis sujeitas a esforço
1.2 usar menos material	4.2 Eliminar engates manuais
2. Simplificação	4.3 Usar engates de ¼ de volta
2.1 Reduzir o número de mecanismos	5. Localização e ajustes
2.2 Evitar a remoção de elementos que não se conseguem mudar	5.1 Eliminar ajustes no equipamento
2.3 Evitar o uso de mecanismos completos	5.2 Fornecer ajustes monitorizados e inteligentes
2.4 Eliminar juncos, ou usar encaixes rápidos	5.3 Eliminar o uso de réguas manuais
2.5 reduzir o número de ferramentas manuais	5.4 Fornecer um posicionamento pré definido na paragem
2.6 Reduzir o número de peças total nas ferramentas	6. Operação
2.7 Simplificar os procedimentos de controle	6.1 Eliminar a necessidade de segurança
2.8 Usar conexões pequenas	6.2 Eliminar a necessidade de operação de elementos quentes
3. Normalização	6.3 Eliminar a necessidade de operação de itens complicados
3.1 Usar ajustes normalizados	6.4 Fornecer ajudas automáticas
3.2 Usar todos os apertos iguais	6.5 Fornecer actuação
3.3 Usar o mesmo tipo de motores	6.6 Garantir uma entrega fácil de ferramentas
	6.7 Garantir bons acessos

Fonte: Goubergen e Landeghemb (2002)

ANEXO VI – Questões colocadas nas entrevistas não estruturadas

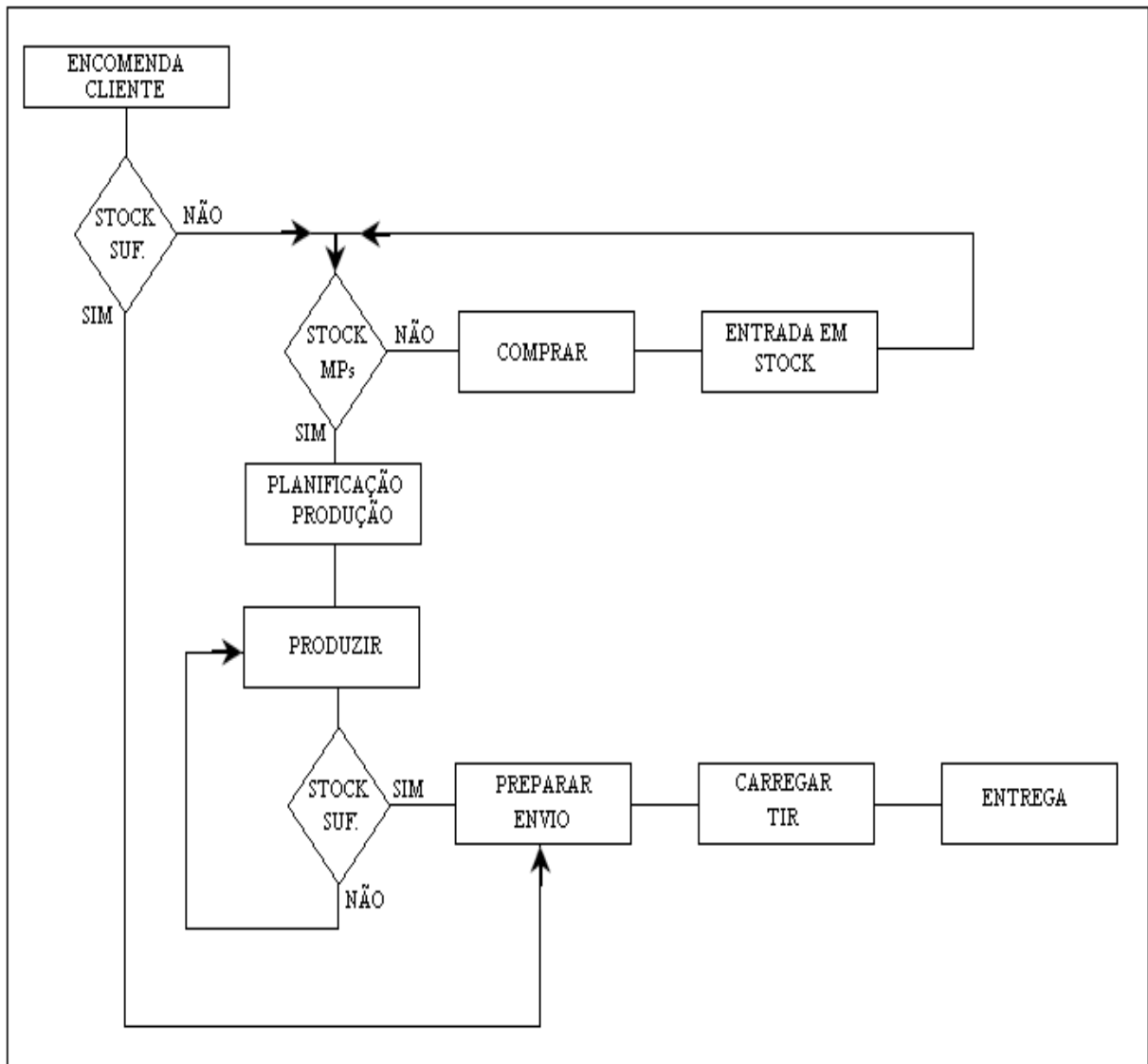
- Quais as suas actividades que normalmente desempenha?
- Os métodos de trabalho que executa foram determinados pela empresa ou existe liberdade de trabalho para desenvolver os seus próprios métodos?
- Se vier para este trabalho outro colega seu, utilizará exactamente os mesmos métodos?
- Se por exemplo tiver uma peça a falhar como reage? E se tiver uma peça com rebarba?
- Qual o procedimento habitual de mudança de cor?
- Acha que está alguma coisa mal no seu posto de trabalho?
- Tem ideias para melhorar?
- Já transmitiu as ideias de melhoria aos seus superiores hierárquicos?
- Quando tem novas ideias e as transmite, sente aceitação das mesmas por parte dos seus superiores?
- Considera-se um operador polivalente?
- Se a empresa desejar uma profunda alteração nos seus métodos de trabalho está aberto à mudança?

ANEXO VII - Guia de Ajuste Processo de Injecção

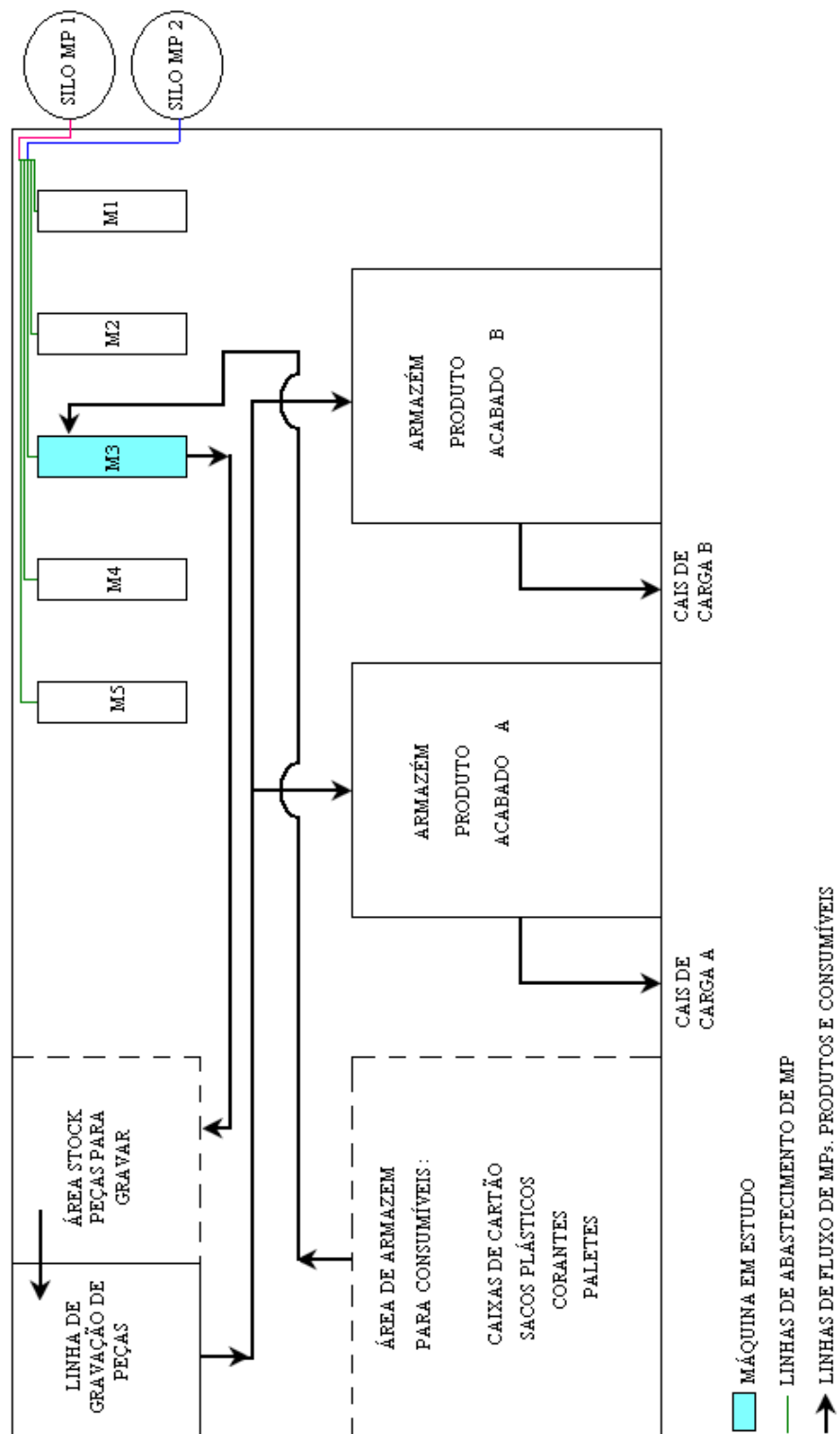
MOLDAÇÃO INCOMPLETA	
Causas Prováveis (MÁQUINA)	Soluções Possíveis (MÁQUINA)
Pressão de injecção insuficiente	Aumentar a pressão de injecção
Velocidade de injecção reduzida	Aumentar a velocidade de injecção
Dosagem insuficiente	Verificar nível de material na tremonha. Verificar curso de dosagem e corrigir se necessário
Bico de injecção obstruído	Retirar bico e limpá-lo, verificando se existem impurezas
Tempo de enchimento curto - comutação por tempo	Aumentar o tempo de injecção
Causas Prováveis (MOLDE)	Soluções Possíveis (MOLDE)
Falta de fuga de gases	Criar fuga de gases
Temperatura do molde baixa	Subir temperatura do molde
Bico injector obstruído	Subir temperatura até 280º; se a impureza sair retomar temperatura anterior; senão desliga peça.

REBARBA	
Causas Prováveis (MÁQUINA)	Soluções Possíveis (MÁQUINA)
Pressão de injeção elevada	Baixar a pressão de injeção ou comutar mais cedo
	Diminuir o tempo de pressurização
	Diminuir a velocidade de injeção
Dosagem elevada	Reduzir a dosagem
Material muito quente	Diminuir a temperatura do fundido
	Diminuir a velocidade de injeção
Força de fecho inadequada ou desequilibrada	Aumentar a força de fecho
	Verificar a pressão hidráulica no cilindro de fecho
Velocidade de injeção elevada	Reduzir a velocidade de injeção
Causas Prováveis (MOLDE)	Soluções Possíveis (MOLDE)
Desgaste de molde	Enviar para reparação
A área projectada da moldação é elevada	Utilizar uma máquina com maior força de fecho
Arrefecimento do molde não uniforme	Verificar canais de refrigeração

ANEXO VIII - Fluxograma tratamento de encomendas da PackPlast



ANEXO IX - Layout fabril inicial



ANEXO X - Checklists para a realização *setup* molde injeção

Procedimentos a realizar 2 horas antes do <i>setup</i>	OK	NOK
Colocar o molde junto da máquina		
Testar aquecimento do molde e pô-lo em pré-aquecimento		
Verificar a disponibilidade de olhais		
Verificar se existem grampos suficientes		

Operador: _____ Data: _____ Hora: _____

Procedimentos a realizar imediatamente antes da paragem	OK	NOK
Colocar ponte por cima da máquina		
Ter a ferramenta disponível		
Componentes para possível substituição (ex. mangueiras, parafusos)		
Desligar aquecimento do molde que vai entrar		

Operador: _____ Data: _____ Hora: _____

Procedimentos a realizar durante a paragem da máquina	OK	NOK
Fechar as torneiras do circuito de refrigeração		
Desligar o aquecimento do molde		
Retirar as manguueiras do circuito de refrigeração		
Desligar cabos do sistema de aquecimento		
Limpar o molde e aplicar protector		
Desapertar KOs da extracção		
Colocar guindaste no olhal		
Desapertar grampos		
Retirar molde da máquina e colocá-lo no chão		
Agarrar o novo molde e colocá-lo na máquina		
Ajustar a posição do molde		
Apertar os grampos		
Ajustar abertura e fecho do molde		
Ligar o aquecimento do molde		
Montar manguueiras circuito de refrigeração		
Abrir as torneiras do circuito de refrigeração da injeção		
Afinar curso e apertar KOs de extracção		
Introduzir parâmetros na máquina (suporte digital)		
Limpar o molde		
Iniciar o arranque e abrir as torneiras do circuito de refrigeração da extracção		

Operador: _____

Data: _____

Hora: _____

Procedimentos a realizar após a máquina começar a produzir	OK	NOK
Aguardar pela estabilização do processo		
Ajuste de cor e eventuais ajuste do processo		
Limpar a máquina		
Levar o carro de ferramentas para a serralharia		
Arrumar os diversos acessórios no local determinado		
Guardar a documentação consultada		

Operador: _____

Data: _____

Hora: _____

ANEXO XI - Listagem das operações realizadas por cada operador durante a mudança de molde

Operação	Operador do equipamento	Operador da manutenção	Dois operadores
Fechar as torneiras circuito refrigeração	X		
Desligar o aquecimento do molde		X	
Retirar as mangueiras circuito refrigeração		X	
Desligar cabos aquecimento do molde		X	
Limpar o molde e aplicar protector	X		
Desapertar KOs de extracção		X	
Colocar o guindaste no olhal		X	
Desapertar os grampos			X
Retirar o molde da máquina e colocá-lo no chão		X	
Agarrar o novo molde e colocá-lo na máquina		X	
Ajustar a posição do molde			X
Apertar os grampos			X
Ajustar abertura e fecho do molde		X	
Afinar curso e apertar KOs de extracção		X	
Montar as mangueiras circuito refrigeração		X	
Ligar o aquecimento do molde		X	
Abrir as torneiras circuito refrigeração injeção	X		
Introduzir parâmetros na máquina (suporte digital)		X	
Limpar molde	X		
Iniciar o arranque do molde		X	
Abrir as torneiras circuito refrigeração extracção	X		
Estabilização do processo		X	
Ajuste de cor	X		
Outros ajustes processo	X		

ANEXO XII – Foto de controlador de temperaturas



ANEXO XIII – Foto com os olhais de elevação organizados



ANEXO XIV – Glossário de termos

Heijunka – Palavra de origem japonesa que significa nivelar ou tornar nível. A programação.

Heijunka envolve o nivelamento da carga de forma a garantir um fluxo contínuo de materiais e de informação pela fábrica (Pinto 2006).

Jidoka – Palavra de origem japonesa que significa (automação com características humanas).

Isto significa que equipamentos e processos param na presença de erros ou defeitos (Pinto 2006).

Kaikaku – Melhoria ou mudança radical de uma actividade para lhe extrair as operações que não acrescentam valor (Pinto 2006).

Kaizen – Palavra de origem japonesa (“Kai”, mudança, modificar, melhorar e “zen”, de bom, virtude) que significa melhoria contínua (Pinto 2006).

Kanban – Palavra de origem japonesa que significa “cartão”. É um dos mais simples sistemas de controlo de operações que se conhece e um dos elementos primários TPS (Pinto 2006).

KOs de extracção – Veios de extracção que fazem a ligação entre o sistema de extracção da injectora e o sistema de extracção do molde.

Lead-Time – Tempo necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho, produto ou serviço. É um tempo composto pelo tempo útil e o tempo não produtivo (Pinto 2006).

Poka-Yoke – Expressão de origem japonesa que significa “à prova de erro” (Pinto 2006).

Setup – Refere-se às actividades de mudança, ajuste e preparação do equipamento para fabrico de um novo lote ou novo produto. Também inclui as actividades realizadas durante o processo (Pinto 2006).

Takt-Time – Palavra de origem alemã que significa batuta. É um tempo de ciclo definido de acordo com a procura (Pinto 2006).