



**LISBOA  
SCHOOL OF  
ECONOMICS &  
MANAGEMENT**

**MESTRADO EM  
GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL**

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO  
TRABALHO DE PROJETO**

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS LEAN PARA A  
MELHORIA CONTÍNUA DAS OPERAÇÕES E  
MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS NUMA EMPRESA  
TRANSFORMADORA

MIGUEL PEDRO DE OLIVEIRA CUSTÓDIO

SETEMBRO - 2013



**LISBOA  
SCHOOL OF  
ECONOMICS &  
MANAGEMENT**

**MESTRADO EM  
GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL**

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO  
TRABALHO DE PROJETO**

**APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS LEAN PARA A  
MELHORIA CONTÍNUA DAS OPERAÇÕES E  
MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS NUMA EMPRESA  
TRANSFORMADORA**

**MIGUEL PEDRO DE OLIVEIRA CUSTÓDIO**

**ORIENTAÇÃO:**

PROFESSOR DOUTOR JOSÉ MIGUEL ARAGÃO CELESTINO SOARES

**JÚRI:**

**PRESIDENTE:** PROFESSOR DOUTOR MANUEL DUARTE MENDES MONTEIRO LARANJA

**VOGAL:** PROFESSOR DOUTOR PEDRO LUÍS PEREIRA VERGA MATOS

**SETEMBRO - 2013**

## RESUMO

Na era atual as empresas estão inseridas num mercado global amplamente competitivo, onde os clientes aumentam as suas exigências, em termos da qualidade, e ao mesmo tempo exercem pressão para a redução dos preços e prazos de entrega dos produtos. Para piorar mais a situação, está instalada uma gravíssima crise económica que afeta toda a Europa e particularmente os países da periferia como é o caso de Portugal.

Esta situação obriga as empresas a trilhar novos caminhos, com o intuito de encontrarem soluções que as tornem mais competitivas, mais produtivas e mais flexíveis, de modo a conseguirem responder a toda esta conjuntura.

Por esse motivo, as metodologias e as ferramentas da *Lean Manufacturing* têm vindo a ser encaradas pelos gestores como os novos caminhos para o sucesso (Shah & Ward, 2007), sendo cada vez mais importantes para as empresas, pois estas focam-se no aumento da eficiência dos processos (fazendo mais com menos), na diminuição dos custos de produção através da redução de tudo aquilo que é não valor acrescentado ou desperdício, e no aumento da satisfação dos clientes, entregando atempadamente valor aos mesmos.

Neste trabalho de projeto, realiza-se um estudo de modo a compreender o funcionamento de uma linha de produção da empresa Manulena, Lda., nomeadamente todos os processos e atividades relacionadas com a cadeia de valor de uma gama de produtos, que se encontram com algumas deficiências a nível do balanceamento e organização. De acordo com a revisão da literatura, serão implementadas algumas medidas e ferramentas *Lean*, de modo a melhorar e a aumentar globalmente a sua eficiência e produtividade e assim, reduzir os custos de produção.

*Palavras-chave:* Desperdícios, Ferramentas *Lean*, *Lean Manufacturing*, *Lean Thinking*, TPS.

**ABSTRACT**

Nowadays companies operate in a broadly competitive global market, where more and more customers increase their demands, both in terms of quality of products, short deadlines and pressure on price reduction. Further aggravating the situation, it is installed a very serious economic crises that affects all Europe and particularly the peripheral countries such as Portugal.

This situation forces companies to tread new paths in order to find out solutions that make them more competitive, more productive and more flexible so they can respond to this whole conjuncture.

For that reason, the methodologies and tools of Lean Manufacturing have been seen by managers as a new path to success (Shah & Ward, 2007), being more and more important for companies, because they are focused on increasing the efficiency of processes (doing more with less), on the reduction of production costs by reducing wastage and everything that does not represent added value, and on increasing customer satisfaction by delivering value to them on time.

In this project work, a study is carried out, to understand the operation of a production line, in the company Manulena Lda., namely all processes and activities related to a value chain of a range of products, which have some deficiencies at balancing and organization level. According to the literature review, some measures and Lean tools will be implemented, in order to globally improve and increase the efficiency and productivity, and thus reducing production costs.

Keywords: Wastage, Lean Tools, Lean Manufacturing, Lean Thinking, TPS.

## ÍNDICE

RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÍNDICE .....	iii
LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABELAS .....	vi
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	vii
AGRADECIMENTOS .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Nota introdutória .....	1
1.2. Problemática .....	2
1.3. Metodologia .....	3
1.4. Estrutura do Trabalho de Projeto .....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	5
2.1. A Origem do Toyota Production System (TPS) .....	5
2.2. Toyota Production System .....	6
2.3. O Lean Thinking .....	11
2.4. Princípios da Lean Manufacturing .....	12
2.5. Desperdícios .....	14
2.6. Ferramentas Lean .....	17
3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO .....	21
3.1. O processo produtivo .....	21
3.2. Problemas detetados .....	24
3.3. Perguntas de pesquisa .....	25
4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	26
4.1. Medidas e ferramentas Lean adaptadas ao processo produtivo .....	28
4.2. Medição de tempos após a implementação de medidas e comparação de resultados .....	31

---

<i>4.3. Resposta às questões de pesquisa formuladas</i> .....	33
5. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E CONTRIBUTOS PARA O FUTURO .....	37
<i>5.1. Conclusões</i> .....	37
<i>5.2. Limitações</i> .....	38
<i>5.3 Contributos para o futuro</i> .....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

## ANEXOS

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: TPS “*house*” .....8

Figura 2: Ciclo PDCA .....10

Figura 3: Exemplos de produtos .....22

Figura 4: Macroprocesso das atividades .....22

**LISTA DE TABELAS**

Tabela I: Descrição das atividades da seção de enchimento e tempos de processamento .....	22
Tabela II: Descrição das atividades da seção de acabamento e tempos de processamento .....	23
Tabela III: Descrição das atividades da seção de embalagem e tempos de processamento.....	23
Tabela IV: Resumo de dados do processo produtivo .....	24
Tabela V: Descrição das atividades da seção de enchimento e tempos de processamento unitários.....	32
Tabela VI: Descrição das atividades da seção de acabamentos e tempos de processamento unitários.....	32
Tabela VII: Descrição das atividades da seção de embalagem e tempos de processamento unitários.....	32
Tabela VIII: Resumo comparativo dos tempos.....	33
Tabela IX: Comparação da capacidade de produção semanal das seções .....	33
Tabela X: Comparação do tempo total necessário para produzir uma encomenda com 1000 unidades.....	34
Tabela XI: Comparação das horas necessárias e do número de trabalhadores, ideal para produzir 10.000 unidades durante um determinado mês com 22 dias úteis e respectivo custo de mão-de-obra.....	35

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, e Shitsuke</i>
6σ	<i>Six Sigma</i>
CP	Células de Produção
DMAIC	Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar
FL	Filosofia <i>Lean</i>
IMVP	<i>International Motor Vehicle Program</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
LP	<i>Lean Production</i>
LT	<i>Lean Thinking</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PL	Pensamento <i>Lean</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PT	Postos de Trabalho
SMED	<i>Single minute exchange of dies</i>
SW	<i>Standardized Work</i>
TDC	Tempo De Ciclo ( <i>lead time</i> )
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor José Miguel Soares por todo o apoio e disponibilidade demonstrados à realização deste trabalho de projeto.

Ao Eng.º. Vasco Santos, pelo seu apoio ao longo da realização do trabalho, fornecendo ideias valiosas e bastante documentação.

Ao Dr. Pedro Custódio, administrador da Manulena, pelos materiais e apoio prestados, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho. Ao Dr. Abel Carrolo responsável pela área do marketing da Manulena, pelas suas informações e opiniões.

Aos meus amigos Valdemar Gonçalves e Nuno Lisboa, igualmente pelo apoio prestado.

A toda a minha família.

## 1. INTRODUÇÃO

### *1.1. Nota introdutória*

A globalização e o aparecimento de novos players internacionais, tornaram os mercados mais exigentes, competitivos e concorrenciais. Deste modo, as empresas têm de acompanhar paralelamente essa evolução para conseguirem a sua sustentabilidade. Para isso, é necessário, adotar e adaptar diariamente e continuamente novas filosofias e práticas processuais de melhoria.

Essas práticas podem passar, não só pela contínua inovação dos produtos e dos processos, acompanhando as tendências dos mercados e a evolução tecnológica, mas também, pela redução gradual de tudo o que é não valor acrescentado ou desperdício, utilizando para isso as filosofias e as ferramentas da *Lean Manufacturing* (LM).

Todd (2000), define LM como uma iniciativa, cujo principal objetivo é reduzir o desperdício do esforço humano, de inventário, do *time to market*, e do espaço necessário para a produção, de modo a tornar-se altamente eficaz na resposta às necessidades dos clientes, enquanto se produz bens com qualidade de classe mundial de forma eficiente e o mais economicamente possível.

Womack e Jones (1996), definem desperdício como qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor, como por exemplo, erros que exigem retificação, produtos que ninguém deseja, acumulação de *stocks* e etapas de processamento desnecessárias. Para Russell e Taylor (1999), desperdícios são definidos como qualquer coisa que não seja a quantidade mínima de equipamentos, materiais, peças, espaços e tempos, necessários para agregar valor ao produto.

A empresa que serve de base à investigação empírica deste projeto é a Manulena, uma empresa familiar, fundada em 1968. A sua missão é desenvolver, produzir e comercializar velas decorativas, religiosas, entre outros produtos em cera. A Manulena é uma empresa

certificada pelas normas da família ISO e é detentora de quatro marcas registadas direcionadas para diferentes segmentos de mercado: A Manulena Candle, Sensia, WaxDot e Fosfus.

Na Manulena, existem 4 seções distintas de produção, a saber: a produção por prensagem, por imersão, por extrusão, e por enchimento de moldes e outros recipientes.

Nos últimos anos tem-se registado um crescimento da empresa, muito devido à sua internacionalização, sendo que o mercado externo atualmente representa 60% das vendas.

No entanto, verificam-se alguns problemas, nomeadamente no mau balanceamento e organização de algumas linhas de produção, o que encarece os custos finais de produção e obriga à existência de grandes quantidades de *stocks*.

O negócio da empresa segundo Slack, Chambers e Johnston (2010), é caracterizado por uma procura independente, ou seja, verifica-se uma relativa imprevisibilidade da procura, i.e., diferentes pedidos por produto com elevada variabilidade da procura.

### *1.2. Problemática*

Segundo Courtois, Pillet e Martin-Bonnefous (2007), o conceito *Lean* assenta na seguinte questão: podemos fabricar produtos que correspondam perfeitamente às expectativas dos clientes, a custos excepcionalmente baixos e com uma qualidade excepcional? Os autores defendem duas ideais mestras que estão na base da LM: a supressão de todos os desperdícios, e o colocar o homem no centro do processo, explorando todas as capacidades intelectuais, a todos os níveis da empresa.

Slack *et al.* (2010), identificam três questões chave da LM: o envolvimento de todos os colaboradores nas operações, o caminho para a melhoria continua e a redução de desperdícios. Roldão e Ribeiro (2007), acrescentam ainda, a obtenção da qualidade perfeita à primeira, o relacionamento de longo prazo com os fornecedores e a flexibilidade na produção.

Em consonância com os interesses da Manulena em melhorar as suas operações, e visando uma consciencialização da importância da LM para os objetivos estratégicos da empresa, assume-se como objetivo desta investigação, o estudar a implementação de medidas baseadas no Pensamento *Lean* (PL) e analisar os seus resultados, de modo a conseguir reduzir os Tempos De Ciclo (TDC), tornar os processos mais eficientes, e viabilizar a produção de pequenos lotes. Por norma, as empresas que conseguem reduzir os TDC, e controlam ou eliminam variâncias inesperadas na produção, têm maior flexibilidade para satisfazer as necessidades dos clientes ao mesmo tempo que conseguem reduzir os custos (Bowersox, Closs & Cooper, 2006).

Com a adoção e aplicação dessas medidas, pretende-se igualmente otimizar os fluxos de materiais existentes e reduzir ao máximo todo o tipo de desperdícios, tornando de uma forma progressiva as operações mais organizadas, produtivas e flexíveis. Liker (2004), refere que a flexibilidade é a chave para as operações da Toyota, pois com linhas de produção flexíveis, obtêm-se melhor utilização de equipamentos e espaços, respostas mais eficientes aos clientes e uma maior qualidade.

### *1.3. Metodologia*

A metodologia adotada para a realização deste trabalho de projeto, consiste no desenvolvimento de uma compreensão global de todas as atividades da fábrica, tendo como campo específico de análise, as atividades relacionadas com uma linha da produção por via do enchimento de moldes, que é composta por duas linhas e representam 40% de toda a produção.

Para analisar os resultados da implementação de algumas medidas e ferramentas *Lean*, será feita, numa primeira fase, uma descrição de todas as operações inerentes ao processo produtivo, desde as matérias-primas, até à expedição dos produtos. Serão levantados os tempos de processamento e todos os problemas e constrangimentos detetados. Numa segunda fase, serão descritas as correções e as medidas implementadas, e novamente anotados os

tempos de processamento. Por fim, numa terceira fase, será feita uma análise comparativa dos resultados obtidos.

A linha de produção foi estudada ao longo de seis meses, antes, durante, e após a implementação de medidas. Foram utilizados mapas do planeamento de produção para apoiar o trabalho de investigação, e foi despendido tempo junto dos trabalhadores para perceber as suas dificuldades, ouvir opiniões e críticas, pois ninguém conhece as áreas de trabalho melhor do que os próprios trabalhadores (Suzaki, 2010).

A recolha de dados foi efetuada por via da observação direta no chão da fábrica. Foram realizadas algumas experiências e executadas diversas medições, contagens e cronometragens de tempos, sendo a principal variável o tempo de processamento unitário. Os dados recolhidos foram tratados com recurso ao Microsoft Excel, tendo sido desenvolvidos cálculos e tabelas, que complementam a investigação empírica e ajudam a responder às questões formuladas.

#### *1.4. Estrutura do Trabalho de Projeto*

O Trabalho de Projeto está dividido em cinco capítulos: no presente capítulo, iniciámos com o enquadramento e problemática associada ao tema desenvolvido. No capítulo 2, é apresentada a revisão de literatura. O capítulo 3 é composto pela análise e descrição do processo produtivo, a fim de contextualizar o problema, e são apresentados alguns dados recolhidos. Ainda no mesmo, serão apresentados os principais problemas detetados no processo. No capítulo 4 são apresentadas as medidas baseadas no PL que foram implementadas, é feita uma análise crítica dos resultados obtidos e são ainda apresentadas as respostas às questões centrais deste trabalho. Por fim, no capítulo 5, são apresentadas as conclusões finais da investigação, e as principais limitações e contributos futuros para a empresa, no sentido de tornar a Manulena, no futuro, uma empresa *Lean*.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### *2.1. A Origem do Toyota Production System (TPS)*

O TPS foi desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda, dois gestores da japonesa Toyota (Pavnaskar, Gershenson & Jambekar, 2003), fundada no final do século XIX por Sakichi Toyoda.

Em 1939 tem início a Segunda Guerra Mundial e o Japão, ressentindo-se dos efeitos nefastos da Guerra começou a entrar em recessão, e as vendas da Toyota começaram a cair abruptamente. Em 1950, Eiji Toyoda, na altura o atual administrador, viaja para os EUA, na tentativa encontrar soluções que pudessem fazer face à crise instalada na Toyota. Entre inúmeras visitas, Eiji visita as instalações da Ford Rouge em Detroit, e estuda em pormenor a maior e mais eficiente fábrica do mundo, bem como os métodos da indústria americana e o modelo de produção em massa (Dennis, 2007). Este modelo de produção, desenvolvido por Frederik Taylor e Henry Ford, que contrapunha o ainda anterior modelo de produção artesanal (Justa & Barreiros, 2009), procurava reduzir os custos unitários dos produtos, produzindo grandes volumes de produtos padronizados em pequenas ou nulas variedades, recorrendo a equipamentos normalmente muito dispendiosos e a operadores com formação específica, mas pouco flexíveis (Pinto, 2006).

Quando Eiji regressa ao Japão, juntamente com o seu génio da produção Taiichi Ohno, concluem que a produção em massa não iria funcionar (Dennis, 2007), pois oferecia pouca diversidade de produtos, os métodos de produção eram muito rígidos, e recorriam a processos de fabrico e de gestão muito complexos e pouco flexíveis (Pinto, 2006). O mercado japonês no pós-guerra, não iria suportar altos volumes de produção e exigia elevada qualidade, custos baixos, TDC curtos e elevada flexibilidade (Ohno, 1988).

Adaptaram então o modelo de produção em massa de Ford, e criaram uma nova abordagem, passando a produzir baixos volumes, com diferentes modelos, utilizando a

mesma linha contínua de montagem. Implementaram os fluxos contínuos e a produção puxada, que puxa os produtos somente quando necessita, e desenvolveram medidas para a redução de desperdícios e para a melhoria contínua (Ohno, 1988). Passaram a produzir pequenos lotes, com o objetivo de eliminarem desperdícios, e utilizaram varias técnicas para reduzir *setups*, e aumentar a qualidade (Roldão & Ribeiro, 2007).

Desta forma, surgiu durante os anos 60 e 70, o TPS, um sistema de gestão simultaneamente flexível e rápido a responder ao mercado, que permitiu aos gestores e engenheiros da Toyota, enfrentarem a complexidade dos seus problemas de forma direta e formal (Pinto, 2006).

Este sistema, revolucionou a indústria automóvel com o desenvolvimento de técnicas como o *Just-In-Time* (JIT), práticas de prevenção de erros, *poka-yoke*, sistema de controlo *kanban* e também a filosofia de melhoria contínua, *kaizen*, com o envolvimento de todos os colaboradores (Pinto, 2006).

Ao longo de quatro décadas o TPS foi amadurecendo, dando lugar no início dos anos 90 ao *Lean Thinking* (LT).

## 2.2. Toyota Production System

O modelo do TPS está baseado em 4 regras básicas, os 4Ps: *Philosophy, Process, People and Partness* e *Problems Solve* (Ohno, 1988). Este sistema de fabrico, procura gerir as operações de forma simples e eficiente, otimizando o uso de recursos, tendo capacidade para atender às exigências de qualidade e entrega ao cliente, ao menor custo (Pinto, 2006).

Devido ao sucesso e aos resultados obtidos pela Toyota, o TPS é hoje imitado pelos seus concorrentes, assim como também por empresas dos mais diversos setores. No entanto, o seu sucesso da replicação por vezes é muito baixo. Em primeiro lugar porque este sistema desenvolveu-se naturalmente ao longo de quatro décadas, sem que tivesse havido relatos escritos do seu método científico (Spear & Bowen, 1999), e onde os princípios filosóficos da Toyota, que são o ingrediente de peso, estão em falta à maioria das empresas que a tentam

imitar (Liker & Meier, 2006). Em segundo lugar, porque o TPS é uma filosofia que deve ser aplicada a todos os componentes que compõem a cadeia de valor (Justa & Barreiros, 2009), e não deve ser encarada como um kit de ferramentas, mas sim, num sofisticado sistema de produção no qual todas as partes têm de contribuir como um todo (Liker, 2004).

Spear e Bowen (1999), efetuaram vários estudos empíricos às fábricas da Toyota, para tentarem perceber o funcionamento do TPS, e tentar tornar explícito, o que está implícito. No seu artigo explicam as quatro regras básicas que estão por detrás do funcionamento do TPS, e que sem as quais, o sistema não funciona corretamente.

Regra nº1: Todo o trabalho deve ser altamente especificado, em relação ao conteúdo, sequência, tempo e resultado desejado. Esta regra indica que os procedimentos devem ser todos pré-definidos, e o pessoal deve estar capacitado para realizar todas as tarefas e avaliar se o trabalho está a ser executado de acordo com as especificações.

Regra nº 2: Todas as relações e ligações clientes-fornecedores devem ser diretas, padronizadas e inequívocas no envio de solicitações e no recebimento de respostas do género sim ou não. Esta regra indica que os pedidos partem dos clientes e devem ser conhecidos, o que é, para quem é, as quantidades requeridas e as datas de entrega.

Regra nº 3: O caminho percorrido por cada produto ou serviço deve ser simples e direto. Esta regra indica que o fluxo deve ser único, deve estar pré-estabelecido, composto apenas com os elementos necessários e não deve conter nem *loops*, nem bifurcações.

Regra nº 4: Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com uma metodologia científica, e realizada por todos os envolvidos nas atividades que estão a ser melhoradas, sob a orientação de um especialista.

As melhorias a serem implementadas têm como referência o estado ideal do sistema de produção, muito acima das necessidades atuais.

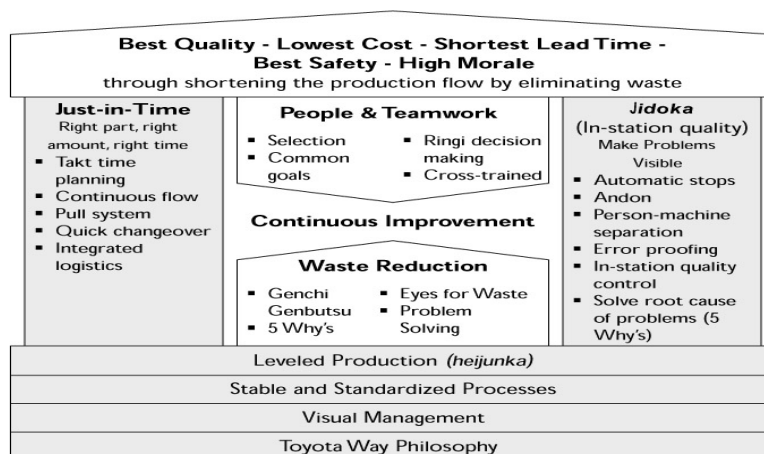
Todas as regras exigem que as atividades, conexões e fluxos, estejam equipadas com

sistemas que identifiquem os problemas. É a sua contínua resposta que torna este sistema aparentemente rígido, flexível e adaptável à evolução das circunstâncias (Spear & Bowen, 1999).

Liker (2004), apresenta o sistema de produção da Toyota, baseada numa estrutura e não apenas num conjunto de técnicas; o “TPS house” (Figura 1), desenhado originalmente por Fujio Cho em 1973.

O autor explica que o motivo da representação do TPS, por analogia a uma casa, é a transmissão de uma ideia estrutural. Uma casa só é forte, se o telhado, os pilares e as fundações forem fortes, pois um elo fraco enfraquece todo o sistema.

Figura 1: TPS “house”



Fonte: Adaptado de Liker (2004).

O TPS “house” é composto por cinco divisões: Os pilares JIT e Jidoka, que sustentam o telhado, que representa os objetivos a alcançar. O interior, que representa as pessoas, o trabalho em equipa, e a redução de desperdícios, que conduzem à melhoria contínua, e as fundações, que são as bases que sustentam toda a casa.

### O pilar Just-In-Time

O princípio básico do JIT, formulado pela primeira vez por Kiichiro Toyoda no final de 1930, é fornecer a parte certa, ao local certo, no momento certo. Os trabalhadores têm a responsabilidade de produzir peças com qualidade e em tempo útil para alimentar o posto de

trabalho seguinte, desta forma, não se cria nem atrasos, nem avanços, no trabalho em curso (Roldão & Ribeiro, 2007). O objetivo do JIT é a implementação de um fluxo contínuo, que elimine os *stocks* intermédios e reduza os TDC (Ohno, 1988).

### **O pilar Jidoka**

*Jidoka*, que significa autonomação, é um conceito que confere às máquinas a capacidade de julgamento autónomo (Suzaki, 2010). Liker (2004), refere-se ao termo como máquinas inteligentes, isto é, máquinas com capacidade para detetarem problemas e pararem automaticamente, quando estes ocorrem. Este sistema não requer o acompanhamento direto, pois quando há um problema a máquina emite um sinal (*andon*) e pára automaticamente, para evitar a produção de produtos defeituosos. Assim, o *jidoka*, permite que um operador controle várias máquinas em simultâneo (Ahrenst, 2006), e possibilita a criação de condições que levem à perfeição dos processos, sem erros, nem atrasos (Pinto, 2006).

### **O interior da casa TPS**

Nesta divisão, destaca-se a melhoria contínua, que é alcançada através das pessoas e pelo trabalho de equipa, com foco na melhoria do desempenho e na eliminação de desperdícios.

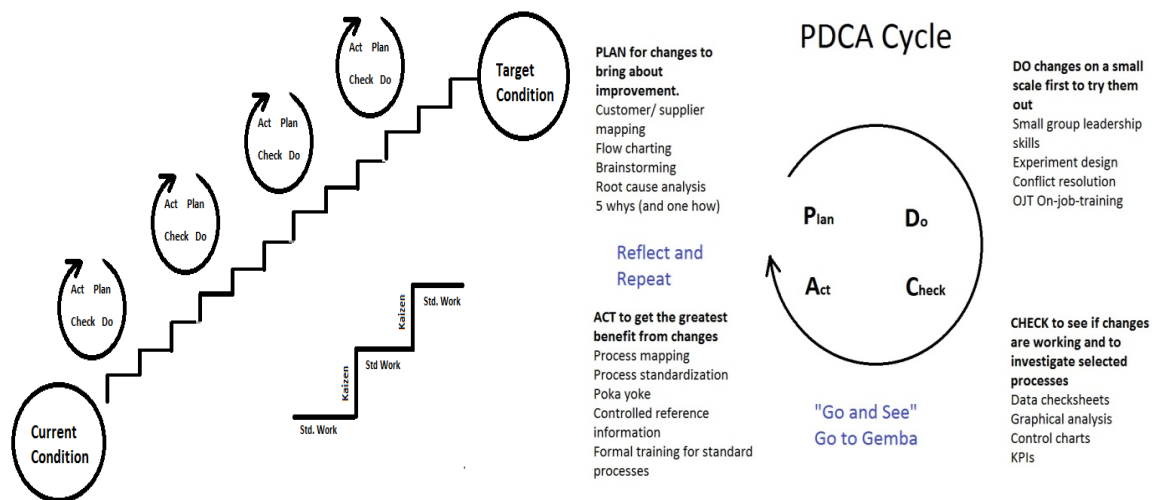
### **As fundações**

Destacam-se a filosofia da Toyota, que consiste nos princípios e valores que a regem, a gestão visual como forma de envolver todos através da aplicação dos sentidos, a estabilização e padronização dos processos como forma de reduzir a variabilidade (tão prejudicial ao desempenho dos processos), e a produção nivelada, *heijunka*, que é necessária para evitar grandes quantidades de *stocks*, manter um fluxo contínuo e a estabilidade do sistema (Liker, 2004). A estabilização e padronização tornam os processos estáveis, previsíveis e consequentemente mais fáceis de gerir (Pinto, 2006).

Segundo o autor, a sustentação do sistema TPS assenta em dois paradigmas essenciais: a necessidade da intervenção contínua entre o planeamento e a execução, e o desenvolvimento de uma mentalidade de trabalho em equipa.

O primeiro apoia-se no ciclo de melhoria *Plan, Do, Check, Act* (PDCA), desenvolvida por Edwards Deming no Japão, em 1950 (Figura 2). As necessidades e exigências dos clientes devem realimentar, continuamente, os padrões do fornecedor, e só se isso se verificar, o fornecedor poderá alcançar os seus objetivos, garantindo a qualidade dos seus produtos.

Figura 2: Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Yandell (2012).

O segundo paradigma apoia-se no pressuposto de que todas as pessoas, dentro de uma organização, têm conhecimento e experiência, e como tal podem contribuir para a solução de problemas. Este paradigma reforça o anterior, porque vai contra o antigo pensamento da separação entre planeamento e execução, onde os colaboradores só poderiam executar, tornando-se especialistas pela sistemática repetição das tarefas. Verifica-se então uma descentralização da autoridade, as pessoas são valorizadas e é-lhes permitido usarem e desenvolverem os seus conhecimentos e experiências, gerando mais envolvimento, que é fundamental para o desenvolvimento da empresa e para a manutenção de uma vantagem competitiva (Pinto, 2006).

### 2.3. O Lean Thinking

O LT é uma filosofia de gestão com origem no TPS, definida pela primeira vez por John Krafcik (Maia, Alves & Leão, 2011). O trabalho de pesquisa de Krafcik, foi continuado pelo *International Motor Vehicle Program* (IMVP) do MIT, com o objetivo de estudar todo o sistema de negócio da Toyota, e o seu modelo de gestão, desde o desenvolvimento até à expedição de produtos, passando pela gestão de *stocks*, e pelas relações com os clientes (Justa & Barreiros, 2009). Esse estudo conduziu mais tarde, à publicação de *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production* (Campbell & Anderson, 2001). Nessa obra, os autores foram os primeiros a popularizar no Ocidente o sistema de produção da Toyota e a divulgarem o conceito de produção *Lean* (produção magra). No entanto, segundo Haque e James-Moore (2012), o foco do livro estava na produção e nos processos de montagem.

A filosofia de gestão *Lean*, encontra-se focada na redução e eliminação dos sete tipos de desperdício da produção, identificados por Shingo (1981) e Ohno (1988), nomeadamente, a sobre-produção, as esperas, os transportes, os processos e movimentações desnecessárias, os *stocks* e os defeitos. Mais tarde Womack e Jones (1996), identificaram a oitava fonte de desperdício, o *design* de produtos e serviços, que não satisfazem as necessidades dos clientes.

Com a sua eliminação, a qualidade melhora e os tempos e os custos da produção diminuem (Roldão & Ribeiro, 2007). Pode ainda ser encarada, como um conjunto de prescrições úteis, para gerir o dia-a-dia de uma organização, sendo uma coleção de ferramentas e técnicas para melhorar o desempenho das operações (Slack *et al.*, 2010). O modelo de produção *Lean*, é caracterizado por uma ênfase na velocidade, confiabilidade e flexibilidade ao invés de volume e custo. As pessoas são amplamente treinadas, em vez de especializadas e trabalham em equipa para identificar e resolver problemas operacionais (Hayes, Pisano, Upton & Wheelwright, 2005).

### 2.4. Princípios da Lean Manufacturing

Com a aplicação eficaz dos princípios da LM, as empresas estão aptas para responder eficazmente à procura, com qualidade perfeita e sem desperdício (Slack *et al.*, 2010).

Womack e Jones (1996), apresentaram 5 princípios básicos da LM: Definir Valor, Identificar a Cadeia de Valor, Fluxos Contínuos, Sistema *Pull*, e a Perfeição. Estes princípios identificam um procedimento sistemático para as empresas analisarem e melhorarem as suas operações e que as encaminham no sentido do *Lean* (Pinto, 2006).

No entanto, a Comunidade *Lean Thinking* em 2008, propôs a revisão dos princípios, sugerindo a adoção de mais dois princípios: Conhecer os *Stakeholders* e Inovar Sempre, por considerarem que os cinco princípios de Womack e Jones apresentam algumas lacunas, pois apenas se focam na cadeia de valor do cliente e na redução de desperdícios, ignorando a atividade de criar valor através da inovação de produtos, serviços e processos (Pinto, 2009 a)).

#### ❖ Definir valor

O primeiro princípio consiste em identificar o que é valor para o cliente. Segundo Pinto (2009 a)), valor não é apenas aquilo que recebemos em troca de um pagamento, valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo. O valor que as organizações geram destina-se à satisfação simultânea de todos os *stakeholders*. Todos eles têm interesses e necessidades específicas, e a sua satisfação resulta no valor criado pela organização.

Segundo o mesmo autor, as empresas devem ter a certeza de que aquilo que estão a fazer, cria de fato valor para todas as partes, e para isso, as empresas devem conhecer quais as suas necessidades e expectativas. Depois, tudo aquilo que se faça a mais deve ser classificado como desperdício, por muito que pareça que essas atividades sejam úteis. Muitas vezes faz-se na perfeição aquilo que não necessita de ser feito, e desta forma demora-se mais tempo, consome-se mais recursos que o necessário e não se cria valor algum (Pinto, 2008).

### ❖ Identificar a cadeia de valor

Womack e Jones (1996), definem cadeia de valor, como um conjunto de atividades essenciais para desenvolver, produzir e entregar produtos específicos, desde a concepção ao lançamento, desde os pedidos às entregas, desde as matérias-primas até aos produtos nas mãos do consumidor.

Os autores referem que há três tipos de atividades numa cadeia de valor, uma que acrescenta valor aos produtos, e outras duas que são desperdício porque não acrescentam valor:

- *Value-Added*: Todas as atividades que realmente acrescentam valor.
- *Type One Muda*: Atividades que não acrescentam valor, mas são inevitáveis atendendo as tecnologias e processos existentes.
- *Type Two Muda*: Atividades que não acrescentam valor e são dispensáveis.

A análise da cadeia de valor consiste em identificar todas estas atividades para que se possam tomar medidas que permitam reduzir os desperdícios de forma gradual, até à sua total supressão.

### ❖ Fluxos contínuos

Segundo os mesmos autores, fluxo é a realização progressiva de tarefas ao longo da cadeia de valor, incluindo todos os processos produtivos desde o desenho ao lançamento, desde as matérias-primas às entregas ao cliente, sem interrupções desperdícios ou retornos de produtos.

O fluxo, é a organização de todas as atividades da cadeia para eliminar qualquer parte do processo produtivo que não acrescente valor, tornando os processos mais fluidos. A lógica de criar um fluxo contínuo é poder fabricar produtos ao ritmo a que são pedidos (Pinto, 2006).

Por isso na altura da sua determinação, deve olhar-se para o processo de uma forma integral em toda a sua complexidade, com o intuito de definir uma nova divisão das operações e etapas, visando a sua consolidação (Womack & Jones, 1996).

### ❖ Sistema *pull*

Um dos princípios fundamentais da LM é a produção puxada. Consiste em produzir apenas aquilo que é necessário, quando for necessário. Tem como objetivo evitar a acumulação de *stocks* de materiais, mediante a produção e fornecimento daquilo que o cliente pretende, quando ele precisar, nem mais cedo, nem mais tarde (Pinto, 2006). Esta lógica, procura deixar os clientes liderar os processos, competindo-lhes apenas desencadear e puxar os pedidos, evitando que as empresas empurrem para as partes, aquilo que elas julgam ser a necessidade destas (Pinto, 2009 b)). *Pull* é uma forma de movimentar materiais através da fábrica (Womack & Jones, 1996), significa puxar a produção ao longo do processo, de modo a que cada operação da linha de produção, somente puxe aquilo que precisa da operação anterior (Womack, 2006).

### ❖ Perfeição

O quinto princípio básico da LM é a perfeição, definida como a completa eliminação do desperdício, com todas as atividades da cadeia de valor, a criar de fato valor. É o compromisso de continuamente procurar os meios ideais para criar valor enquanto o desperdício é eliminado. Trata-se de uma jornada de melhoria contínua (Pinto, 2006).

## 2.5. Desperdícios

Segundo Pinto (2009 b)), a gestão empresarial japonesa da década de 50, forneceu uma série de técnicas para identificar os desperdícios, nomeadamente:

Os 3 MU'S, os 5M+Q+S, o Fluxo das Operações, e a identificação dos 7 tipos de desperdícios de uma linha de produção.

### ❖ Os 3 MU'S:

Na identificação dos desperdícios, o objetivo é chegar a uma condição onde a capacidade de produção e a carga sejam iguais. As situações onde há desequilíbrio entre a capacidade e a carga resultam em perdas para a empresa. Para a gestão empresarial japonesa isto é expresso

em termos de *Muda*, *Mura* e *Muri*.

**Muda:** significa desperdício, tudo o que não acrescenta valor, devendo ser reduzido e eliminado. São todos os componentes do produto e/ou serviço que o cliente não está disposto a pagar.

**Mura:** o que é variável, refere-se às irregularidades ou às inconsistências na produção. Pode ser eliminada através da adoção do sistema JIT, procurando fazer o necessário e quando pedido.

**Muri:** o que é irracional, manifestando-se através do excesso ou de insuficiências. Para o eliminar, é necessário uniformizar o trabalho, garantido que todos seguem o mesmo procedimento, tornando os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis.

#### ❖ Os 5M+Q+S:

Outra maneira de identificar os desperdícios, é pensar em todas as áreas onde estes possam ocorrer. Estas áreas estão englobadas nos 5M+Q+S que significam: *man*, *machines*, *materials*, *methods*, *management*, *quality* e *safety*.

Os principais desperdícios podem ser:

- ao nível das pessoas: movimentações desnecessárias, e esperas;
- ao nível dos equipamentos: paragens, mudanças de ferramenta e avarias;
- ao nível dos materiais: manuseamentos e *stocks*;
- ao nível da gestão: reuniões longas, onde nada se decide, controlo e comunicação deficiente;
- ao nível da qualidade; produção de defeitos, erros nas inspeções e no próprio controlo da qualidade;
- ao nível da segurança; acidentes e *layouts* perigosos.

#### ❖ Fluxo das Operações

O fluxo das operações resume-se a quatro ações: retenções, transportes, processamentos e

inspeções.

As retenções significam parar o fluxo sem acrescentar valor, agravando os custos dos produtos, e originando *stocks* de materiais.

Os transportes referem-se às movimentações de materiais. São atividades que não acrescentam valor aos produtos.

Os processamentos por outro lado, acrescentam valor, no entanto poderá haver tendência em fabricar produtos com um nível de acabamentos, por exemplo, acima das perspectivas do cliente, encarecendo o custo de produção do produto. Isto representa prejuízo, uma vez que o cliente não vai pagar mais por um acabamento mais detalhado.

Por fim, as inspeções identificam e eliminam defeitos da produção. No entanto são consideradas desperdícios, porque não acrescentam valor aos produtos, nem eliminam as causas das inconformidades. É necessário tomar medidas que garantam a qualidade na fonte, que identifiquem as causas das inconformidades, em vez de simplesmente as controlar.

#### ❖ Os 7 tipos de desperdícios

**Sobreprodução:** Oculta as verdadeiras causas dos problemas. Consiste em produzir mais do que o necessário, para além da procura do mercado, resultando na acumulação excessiva de produto finais. É responsável por criar problemas adicionais como manuseamentos desnecessários, redução de espaços, aumento dos *stocks* e dos custos (Suzaki, 2010).

**Esperas:** As esperas dão-se devido a atrasos desnecessários, são os períodos de tempo que muitas vezes não são controlados nem contabilizados, onde os materiais aguardam entre os vários processos para serem transformados. Este problema ocorre, devido ao não alinhamento dos processos e porque os TDC estão desequilibrados (Courtois *et al.*, 2007).

**Transporte:** É outra forma de desperdício, trata-se de todo o transporte desnecessário entre o armazém de matéria-prima e o armazém de expedição, ou entre as várias etapas da produção, podendo ser devido a *layouts* mal traçados. Ao transporte, está inerente outro

desperdício, que é o risco de danificação dos produtos, provocando custos com tempo e com recuperação dos mesmos (Suzaki, 2010).

**Processos:** O próprio processo em si pode ser uma fonte de problemas e desperdícios desnecessários, se este não estiver otimizado, isto é, se existirem etapas ou funções no processo que não agregam valor ao produto (Suzaki, 2010).

**Inventário:** Os inventários são um custo para a empresa, e encarecem o custo dos produtos. Estes podem ser consequência por exemplo, da sobreprodução, de ajustamentos exagerados e do armazenamento de grandes quantidades de matérias-primas, devido ao mau planeamento (Suzaki, 2010).

**Movimentos:** Consiste na má estruturação dos processos, o que origina movimentações desnecessárias. O pegar e posicionar, são exemplos de movimentos que podem ser reduzidos (Suzaki, 2010). Um trabalhador pode parecer ocupado, mas por vezes não está adicionar valor ao produto (Slack *et al.*, 2010).

**Defeitos:** Trata-se da produção de materiais que têm de ser retrabalhados, rejeitados ou substituídos. Envolve custos acrescidos, nomeadamente mais materiais, transportes, tempo e energia. Quando acontecem defeitos num posto, os colaboradores dos postos seguintes têm desperdícios de espera, acrescentado custo e TDC ao produto (Suzaki, 2010).

## 2.6. Ferramentas Lean

As ferramentas que apoiam a implementação da FL nas empresas têm sido desenvolvidas, aperfeiçoadas e estudadas desde o aparecimento do TPS (Womack, Jones & Ross, 1991).

Apesar de serem conhecidas inúmeras ferramentas *Lean*, a sua implementação na prática não é simples nem trivial, e não trazem *a priori* garantias de sucesso. Isto porque, dependem do tempo, dos recursos disponíveis, e do envolvimento das pessoas, que são o elemento central do LT. Mas também, não só porque é fundamental um profundo empenhamento da gestão de topo, uma atitude para querer mudar e empreender uma mudança cultural dentro da

empresa, como também porque é necessário comunicação, aprendizagem, partilha, trabalho em equipa, estabilidade da força laboral, e pensamento na melhoria contínua (Pinto, 2006).

Ao longo dos anos, várias ferramentas foram criadas e experimentadas, tais como: o *Kaisen*, o *Standardized Work*, os 5S, o Controlo/ Gestão Visual, o *Poka-Yoke*, a Qualidade na Origem, o TPM, o *Heijunka*, o SMED, as Células de Produção, o 6  $\sigma$ , o VSM, e o *Kanban*.

São agora detalhadas algumas dessas ferramentas:

#### ❖ *Kaizen*

*Kaizen* significa melhoria contínua, esta ferramenta procura a total eliminação de desperdícios apoiando-se em sistemas simples e nas pessoas.

É uma ferramenta bastante abrangente, e ideal para corrigir problemas específicos e melhorar fluxos de produção de uma forma contínua. Apoia-se nas pessoas e estimula-as a desenvolver ideias e a usarem a sua criatividade (Breyfogle, 2007). O *kaizen* é baseado nos ideais japoneses, e consiste em implementar medidas de melhoria contínua, recorrendo para isso a recursos internos da empresa, ao contrário dos ideais europeus, que utilizam fontes externas, como consultores externos para melhorar os processos (Imai, 1986). Esta ferramenta foi apresentada originalmente por Imai (1986), onde o autor expõe os seus fundamentos, defende que o *kaizen* utiliza questões estratégicas baseadas no tempo, e onde o seu foco está na melhoria da qualidade, reduzir custos e em garantir uma entrega de produtos eficiente.

#### ❖ *Standardized Work (SW)*

Sem padrões o potencial de melhoria fica muito limitado. As coisas vão voltar a um estado caótico e só restará o trabalho de apagar fogos. O SW é uma ferramenta para alcançar o máximo desempenho (dos processos, materiais e equipamentos) com o mínimo desperdício, e permite garantir consistência das operações, produtos e serviços. Traz inúmeras vantagens, como por exemplo, o aumento da previsibilidade dos processos, a redução dos desvios, menores custos e permite que qualquer pessoa consiga entender facilmente o funcionamento

de um determinado processo (Pinto, 2006 & Suzaki, 2010).

A estandardização dos processos é um dos aspetos mais importantes no PL. Passa pela documentação dos modos operários, de modo a que todos façam tudo do mesmo modo, seguindo os mesmos procedimentos, a mesma sequência, as mesmas operações, com a utilização das mesmas ferramentas, e permite aos colaboradores responder eficazmente, quando confrontados com diversas situações (Pinto, 2006).

Suzaki (2010) afirma que primeiro tem que se definir padrões e praticar o conceito de “gerir pela exceção”. Para cada exceção a um determinado padrão, resolve-se primeiro o problema e depois implementam-se melhorias, para que não se verifique a sua reincidência. Com um maior número de padrões em utilização, podem assumir-se mais tarefas com menos confusão, e as pessoas podem assimilar novas funções com menos dificuldade. Uma vez definidos, os padrões têm de ser constantemente controlados e, sempre que necessário, prontamente revistos para refletir as ações de melhoria, incluindo as sugestões dos colaboradores. Se esse trabalho não for feito periodicamente, não acontece nenhuma melhoria real. Esta ideia pode ser descrita em cinco fases: estudar a operação atual e procedimentos de SW, identificar áreas problemáticas, resolver problemas e desenvolver novos métodos melhorados, implementá-los e por fim, se estes forem adequados, desenvolver um novo padrão (Suzaki, 2010).

A ideia principal do SW consiste em promover o envolvimento dos trabalhadores e dos supervisores, no processo de desenvolvimento, e deve ser pensado para que qualquer um consiga entender as instruções.

#### ❖ **Práticas dos 5S**

A terminologia 5Ss provém originalmente do Japão, e pode ser definida como uma ferramenta simples composta por uma série de atividades que ajuda na eliminação de todos os tipos de desperdícios, a tornar todos os locais de trabalho limpos e organizados, e facilita a

execução dos trabalhos (Slack *et al.*, 2010).

Os 5Ss são os fundamentos sobre os quais assenta a FL, e são os seguintes: *seiri*; (organização), *seiton*; (arrumação), *seiso*; (limpeza), *seiketsu*; (uniformização) e *shitsuke*; (disciplina) (Liker, 2004). Esta ferramenta faz parte do princípio da visibilidade, isto é, tornar visíveis os problemas onde quer que possam existir para depois os eliminar, e deve ser uma das ferramentas a aplicar em primeiro lugar, aquando a implementação do LT (Pinto, 2006).

#### ❖ *Value Stream Mapping (VSM)*

O VSM, é uma simples mas eficaz ferramenta, utilizada para perceber os fluxos de informações e de materiais, à medida que estes vão progredindo nas operações e nos processos, ao longo da cadeia de criação de valor. Consiste num mapa que retrata não só todas as atividades diretas de produção, como também todas as informações que as suportam (Slack *et al.*, 2010). Trabalhar a partir da perspetiva da cadeia de valor garante aos gestores ter uma visão global dos processos (Rother & Shook, 1999), não se concentrando apenas em processos individuais ou na otimização das partes (Pinto, 2006). Chama-se *value stream*, porque foca-se apenas nas atividades que acrescentam valor aos produtos, e é imprescindível na identificação de atividades que não geram valor (Slack *et al.*, 2010).

O VSM é bastante útil, porque permite uma visualização clara dos processos, ajuda a reconhecer os desperdícios, a identificar as suas causas e eliminá-los, e ainda, permite reduzir os TDC. Em algumas aplicações, o TDC, pode ser o único aspeto a ser considerado por esta ferramenta, atendendo à extrema necessidade de o reduzir. O processo VSM inclui o mapeamento físico do estado atual, enquanto se foca no estado pretendido ou estado futuro, promovendo a melhoria contínua e a constante satisfação dos clientes. Pode ainda ser entendido como uma ferramenta de comunicação, de planeamento do negócio e ainda de gestão do processo de mudança, porque permite efetuar alterações dos *layouts* (Pinto, 2006).

### 3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

No presente capítulo, introduz-se a família de produtos e o processo produtivo que serviu de base ao estudo empírico deste projeto. Com recurso a tabelas e a *workflows*, descreve-se de uma forma intuitiva, as atividades que o compõem, nomeadamente, as operações na linha de produção, e os fluxos de materiais, entre outros dados inerentes ao processo.

Após o estudo do processo, foram levantados os principais problemas e constrangimentos detetados, para no capítulo 4 se apresentarem então algumas medidas baseadas no PL que foram implementadas na tentativa de os resolver.

#### *3.1. O processo produtivo*

O processo produtivo em estudo, consiste na produção de velas decorativas por via do enchimento de vários tipos de moldes.

Nos últimos anos, têm sido afetados neste setor bastantes recursos, não só no marketing, na qualidade, e na aquisição de novos equipamentos, mas também na inovação de novos produtos, estando constantemente a aparecer novos desenhos, com uma imensa versatilidade de cores e aromas. Talvez por estes motivos, os produtos processados por esta via, têm marcado e distinguido, nacional e internacionalmente, a imagem da empresa.

Esta gama de produtos representa atualmente 40% das vendas da Manulena, e é processada em duas linhas distintas de produção. No entanto, o foco deste trabalho recai apenas sobre uma das linhas, a mais complexa, por envolver mais recursos, e porque é onde se verificam mais constrangimentos.

Os produtos em estudo, podem ser de diferentes formatos, e combinar diferentes cores e aromas, conforme a Figura 3. Os produtos têm no entanto a mesma complexidade, requerem a utilização e disponibilidade dos mesmos recursos, os custos de produção são muito idênticos, e utilizam as mesmas matérias-primas, tais como, parafinas, pavios, corantes, tintas, aromas, etiquetas e material de segurança e embalagem.

Figura 3: Exemplos de produtos

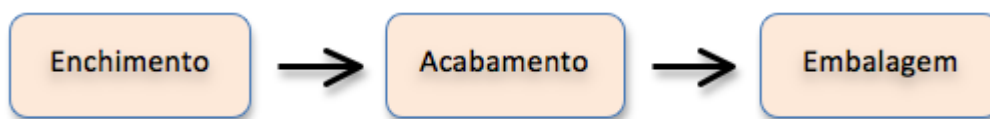


Fonte: Catálogo Manulena *Candle*, 2013.

O processo produtivo está dividido em três seções: Enchimento, Acabamento e Embalagem (Figura 4). Nas Tabelas I, II e III, estão descritas todas as atividades das três seções e as suas durações, antes da implementação de medidas.

Para completar a descrição, no Anexo I encontram-se esquematizados os *workflows* das atividades das três seções que compõem o processo.

Figura 4: Macroprocesso das atividades



Fonte: Elaboração própria.

Tabela I: Descrição das atividades da seção de enchimento e tempos de processamento

Principais Procedimentos	Ações	Duração da Atividade (tempo/ unidade)
Preparação da mistura de parafina, cores e aromas, por lotes	Analisar ficha de especificação do produto, confirmar matérias-primas necessárias	2 min
	Preparar em caldeiras individuais as misturas de acordo com os mapas de especificação	20 min
Preparação e enchimento de moldes	Selecionar e transportar moldes necessários para a produção	10 min
	Preparar e colocar moldes nas mesas para enchimento	2 min/unidade
	Aquecer revestimentos dos moldes nos fornos	20 min/unidade
	Acoplar o revestimento aquecido aos moldes	3 min/unidade
	Filtrar a mistura preparada e encher manualmente os moldes	2 min/unidade
Arrefecimento	n/d	6 horas/unidade
Desmoldagem	Desmoldar o produto e colocá-lo em mesas rolantes (preencher a capacidade máxima das mesas 74 velas)	1 min/unidade
Transferência de produtos	Transferir materiais em mesas rolantes para a zona dos <i>buffers</i> da seção de acabamentos (tempo de paragem)	8 horas/unidade

Fonte: Elaboração própria.

Tabela II: Descrição das atividades da seção de acabamento e tempos de processamento

Principais Procedimentos	Ações	Duração da Atividade (tempo/ unidade)
Serrar o excesso de cera da base	Remover os excessos na serra e pôr em fila para furar	30 seg + 37 min/unidade
Furar a vela	Furar a vela na vertical e pôr em fila para a tarefa seguinte	20 seg + 25 min/unidade
Colocar pavio, chapa de segurança e tapar orifício da base da vela	Juntar o pavio à chapa de segurança	Feito automaticamente
	Colocar o pavio no orifício da base da vela e tapá-lo com um “taco” de cera de cor igual, por em fila para alisar	10 seg + 18 min/unidade
Alisar (x5 PT tapete rolante)	Alisar a base e verificar a sua conformidade, percurso total no tapete	1 min + 1 min/unidade
Aquecedor manual	Aquecer a vela para aperfeiçoar detalhes e eliminar defeitos, por em fila para pintar	1 min + 1 hora/unidade
Pintura	Pintar a vela com efeitos dourados, prateados ou caiados	2 min/unidade
Transferência de produtos	Transferir materiais em mesas rolantes para a zona dos <i>buffers</i> da seção de embalagem (tempo de paragem)	2 hora/unidade

Fonte: Elaboração própria.

Tabela III: Descrição das atividades da seção de embalagem e tempos de processamento

Principais Procedimentos	Ações	Duração da Atividade (tempo/ unidade)
Etiquetar produtos	Colocar etiquetas do cliente, de segurança e do lote	1 min/unidade
Embalar	Embalar em película plástica	1 min/unidade
	Preparação da embalagem individual (plástica ou cartão)	2 min/unidade
	Encaixotar e transferir para o controlo de qualidade	3 min + 30 min/unidade
Verificar conformidade e enviar para armazém	Abrir caixas aleatoriamente e verificar conformidade	2 min/unidade
	Enviar para o armazém	10 min/unidade

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela IV resume alguns dados recolhidos na fase inicial do estudo do processo. Ao longo do estudo, isto é, antes, durante e após a implementação de metodologias *Lean*, consideraram-se algumas variáveis constantes, nomeadamente, o número de colaboradores nas três seções, a disponibilidade de horas diárias e semanais de trabalho por colaborador (8h/dia, 40h/semana), e o número de moldes existentes na seção de enchimento.

Tabela IV: Resumo de dados do processo produtivo

Seções	Número Pessoas	Disponibilidade Diária da Seção (horas)	Disponibilidade Semanal da Seção (horas)	Número Moldes Disponíveis	Número Operações Necessárias	Tempo em buffers e deslocações (horas/ unid)	Tempo de Processamento (hora/ unid)
<b>Enchimento</b>	6	48	240	80	10	8 h/unidade	7 h/unidade
<b>Acabamento</b>	8	64	320	-	7	4 h e 21 min/unidade	5 min/unidade
<b>Embalagem</b>	6	48	240	-	6	40 min/unidade	9 min/unidade

Fonte: Elaboração própria.

### 3.2. Problemas detetados

Após ter sido definido o valor da família de produtos em estudo, na ótica do cliente final, foi efetuada a análise do processo produtivo, com o objetivo de identificar e mais tarde eliminar todos os problemas e todas as atividades que não acrescentam de fato valor aos produtos.

#### ❖ Seção de Enchimento

Foram observadas inúmeras movimentações desnecessárias do pessoal desta seção sempre que necessitavam de algo, deslocando-se e perdendo tempo a procurar ferramentas para a produção. Verificava-se alguma desorganização desta seção, não só ao nível do alinhamento e disposição física das mesas, por lotes de produção, e das tinas para o respetivo enchimento dos lotes, mas também, do espaçamento dos moldes sobre as mesas.

Verificava-se também alguma desarrumação global desta área, que se traduzia num deficiente aproveitamento do espaço existente. Em algumas situações os moldes da produção eram arrumados com alguma sujidade. Outros problemas verificados estavam no envio fracionado dos lotes para a seção de acabamentos, nos elevados tempos de ajustamento e processamento, e na sobreprodução de determinados lotes, que ocorria não só para colmatar possíveis defeitos futuros, mas também porque existia a ideia de que “se ficassem em *stock*, um dia iriam ser vendidos”.

### ❖ Seção de Acabamento

Nesta seção, existia uma grande quantidade de materiais em *buffers*, em espera para processamento provenientes da seção de enchimento, ou em espera para a embalagem. Verificava-se não só, um mau dimensionamento das operações que compõem esta fase da produção, mas também, esperas por materiais, produção de defeitos, tempos de processamento elevados e uma desorganização geral de todo o espaço de produção.

### ❖ Seção de Embalagem

Os problemas na seção de embalagem, consistiam principalmente no tempo despendido, nas inspeções dos produtos, e nos tempos necessários para os embalar. Outro grande problema era o constrangimento dos fluxos de materiais à entrada para esta seção, pois toda a produção da fábrica, convergia para aqui.

Outro problema detectado, transversal a todo o processo, é a deficiente comunicação entre as diferentes seções.

### 3.3. Perguntas de pesquisa

Tendo em atenção o apresentado anteriormente, destacam-se agora as questões de pesquisa inerentes aos objetivos traçados para este trabalho de projeto:

1 – Atendendo à realidade da empresa, que Metodologias *Lean* poderão ser implementadas a curto/ médio prazo para melhorar as Operações e a Movimentação de Materiais?

2 – Que impacto poderão ter as metodologias aplicadas:

2.1. Na capacidade de produção semanal?

2.2. No tempo de efetivação de uma encomenda com 1000 unidades?

2.3. No número ideal de trabalhadores necessários para produzir 10.000 unidades e respetivo custo de mão-de-obra?

#### 4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No presente capítulo, são expostas um conjunto de medidas e ferramentas *Lean*, que foram estudadas e adaptadas ao processo produtivo com o intuito de conseguir corrigir os seus problemas e assim torná-lo mais eficiente e mais produtivo. São novamente apresentadas tabelas com a descrição pormenorizada das operações de cada seção, com os respetivos tempos de execução, a fim de se compararem os tempos de processamento unitários totais, antes e depois da implementação das medidas. Por fim, são apresentadas as respostas às questões de pesquisa formuladas no capítulo anterior, sendo que a resposta à primeira questão está implícita no ponto 4.1.

É pertinente salientar que a gestão de topo da Manulena, aderiu admiravelmente a este projeto, apoiando e envolvendo-se de uma forma ativa na implementação de medidas, sendo que as alterações efetuadas foram estratégicas e encaradas como fundamentais, para tornar a Manulena mais produtiva e mais competitiva, na medida em que está em jogo a sua posição sustentável no mercado. Devido à importância atribuída pelos responsáveis da Manulena, foram tomadas algumas medidas imediatas como, a calendarização de ações de formação de introdução à FL para todo o pessoal, os colaboradores foram incentivados e sensibilizados para colaborarem e envolverem-se neste projeto e começaram a ser obrigatórias pequenas reuniões diárias entre os chefes de todas as seções. Foram também efetuados estudos para novos investimentos, no sentido de adquirir novos equipamentos que permitam aumentar a eficiência e produtividade dos processos através da redução dos TDC, e dos desperdícios de materiais. Foi ainda, solicitado apoio a um consultor externo com anos de experiência em LM, que se encontra atualmente a desenvolver e a aplicar esse trabalho.

Baseado em alguns passos gerais para a implementação da FL, sugeridos por Hopp e Spearman (2003), o primeiro passo efetuado para a otimização do processo em estudo, consistiu em eliminar todos os desperdícios visíveis, tais como transportes e movimentações

desnecessárias, controlos e ajustes exagerados, erros e defeitos, e alterações de pormenores de algumas práticas de trabalho. O segundo passo consistiu na aplicação propriamente dita de metodologias e ferramentas *Lean*, adaptadas à realidade do processo, nomeadamente, o mapeamento da cadeia de valor através do VSM, a utilização das práticas dos 5S, do controlo/gestão visual, e da qualidade na origem. Foram também aplicados os métodos Single Minute Exchange of Dies (SMED), SW, e por fim, foi introduzido o conceito das Células de Produção (CP) e do Fluxo Contínuo.

O terceiro passo consistiu no “pontapé de saída” para a eliminação progressiva de *stocks* e dos *buffers* existentes. Para isso, foram identificados algumas das suas causas, que com o tempo têm de ser progressivamente reduzidas, até à sua total eliminação. Um dos passos mais revolucionários do TPS, foi precisamente a mudança consciente da acumulação de *stocks*, para a acumulação de capacidade. Através da aplicação do sistema *pull*, consegue-se aumentar a capacidade de produção e assim, reduzir os *buffers* e os TDC, sem penalizar o serviço ao cliente. Com TDC menores, é possível determinar as causas da variabilidade e desenvolver medidas para as eliminar (Pinto, 2009 a)).

Baseado ainda nos passos gerais de Hope e Spearman (2003), está a ser feito um esforço no sentido de evitar a ocupação dos recursos próximo dos 100%, para que se possa responder com alguma eficácia a situações imprevistas, como por exemplo as alterações inesperadas do planeamento. Está a ser reforçada a flexibilidade dos meios humanos e materiais, através de, respetivamente, formação e polivalência, existindo ainda, um estudo no sentido de reduzir a variabilidade, que é uma das fontes que mais desperdícios gera nas empresas, uma vez que esta obriga à acumulação de *stocks* e de tempos, sendo a sua redução um dos maiores desafios da implementação *Lean* (Pinto, 2009 b)). O mesmo autor, citando Inman (1993), refere que o *stock* é a flor de todo mal, mas a variabilidade é a sua raiz. A aplicação da sequência Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar (DMAIC), sugerida pela metodologia 6 $\sigma$ , é ideal para a

redução da variabilidade, no entanto, só deve ser aplicada depois da implementação da FL, e deve ser encarada como o *fine tuning* dos processos. Dada essa condição, a metodologia ainda não foi aplicada.

Por fim, devem-se aplicar ferramentas de melhoria contínua, tendo por base o ciclo PDCA, recorrendo ao método científico sob a orientação de um *sensai* ao mais baixo nível de hierarquia de gestão (Pinto, 2009 b)).

#### *4.1. Medidas e ferramentas Lean adaptadas ao processo produtivo*

A primeira ferramenta *Lean* utilizada, foi o VSM. Com recurso a esta ferramenta, efetuou-se um esboço do estado das operações, permitindo a criação das tabelas do ponto 3.1. e do ponto 4.2. Desta forma, tornou-se possível visualizar e analisar todas as movimentações de materiais e a interligação entre os processos. Esta análise permitiu detetar os principais problemas existentes e abriu portas para que se tomassem ações concretas para os resolver. Após algumas experiências efetuadas, foi possível reformular ligeiramente o *layout* existente e avaliar concretamente a implementação das medidas.

Em seguida, foi implementada a prática dos 5S. Esta medida permitiu essencialmente organizar e limpar as áreas de produção, eliminando dos locais tudo o que não fosse indispensável para a realização das atividades.

A terceira ferramenta utilizada foi o controlo/gestão visual. Esta ferramenta requer que todo o local de trabalho disponha de sinais que informem os trabalhadores do que fazer e quando fazer, do que está a correr mal, e de quem precisa de ajuda, para evitar erros e desperdícios de tempo. O controlo visual deve também, mostrar como o trabalho deve ser executado, como é que os materiais e ferramentas devem ser usados, guardados e armazenados, deve mostrar os níveis de controlo do inventário, o *status* dos processos, identificar áreas perigosas e apoiar as operações à prova de erro (Pinto, 2006). Assim, nesta fase inicial, foram implementados nas três seções mecanismos visuais básicos, fáceis de

interpretar, com o objetivo de orientar e conduzir as mesas da produção, e facilitar a execução das várias atividades, como por exemplo, a orientação para a colocação dos produtos com um determinado alinhamento e espaçamento no tapete rolante da seção de acabamento, de modo a que o colega da atividade seguinte, receba os produtos sempre da mesma forma, facilitando o seu manuseamento. Foram também colocados quadros de controlo de produção. Estes quadros são colocados no final das linhas, e servem para comparar visualmente a produção real com a planeada, sendo uma forma fácil de detetar problemas e de os tentar solucionar (Suzaki, 2010).

A quarta medida introduzida, foi a aplicação prática do conceito qualidade na origem. Esta filosofia promove a qualidade desde o início e por todas as pessoas, não atribuindo responsabilidades a um só departamento. A chave para garantir a qualidade total é evitar os defeitos na origem, e não entregar um produto defeituoso ao processo seguinte. Isto reduz significativamente o tempo de inspeção, uma vez que não será preciso inspecionar um produto cuja qualidade já está assegurada (Suzaki, 2010). Fazendo bem à primeira, contraria-se a tradicional ideologia conhecida pela verificação posterior, que é, produzir um produto, inspecioná-lo em seguida, separar os materiais conforme dos não-conformes e por fim tentar recuperar os produtos fora dos limites de qualidade (Pinto, 2006). Foram introduzidos alguns mecanismos anti erro (*poka-yokes*), como por exemplo, a utilização de sinaléticas. Foram também anexados gabarites às máquinas de cortar e furar, para permitir a correta colocação dos materiais e assim evitar erros, e acopladas abas laterais nas mesas rolantes, para evitar quedas durante os transportes.

Foi introduzido também o método SMED, para tentar reduzir os *setups*. É uma abordagem científica para a redução do tempo de processamento, que pode ser aplicada a qualquer máquina e em qualquer fábrica, e deve fazer parte de qualquer programa de melhoria (Shingo, 1989). Com esta medida, os tempos de mudança entre as produções foram encurtados. Passou

a ser designado um responsável para fornecer atempadamente os moldes necessários para a produção, e por limpar e arrumar os moldes das produções anteriores, bem como, por fornecer nas quantidade certas e atempadamente, todas as matérias-primas e materiais necessários à produção, nas três seções, evitando-se assim deslocações desnecessárias e perdas de tempo. Ter ajustamentos rápidos é fundamental para reduzir *stocks*, produzir em pequenos lotes, simplificar operações e manter ou desenvolver a competitividade no mercado atual, em que são pretendidos os mais diversos produtos com TDC curtos (Suzaki, 2010).

A sexta medida utilizada foi o SW, que como foi referido anteriormente, é uma ferramenta que obriga de certa forma a que todos façam tudo do mesmo modo. Para tal foi, e continua a ser, dada formação aos recursos humanos, para que todos atuem do mesmo modo, perante as mesmas situações.

Foi também revisto o manual de processos e procedimentos, para que todas as atividades sejam executadas, de acordo com os padrões pré-estabelecidos. O manual de processos e procedimentos, contempla não só a sequência e a descrição das operações, e os fluxos de materiais da cadeia de fornecimento das seções, como também, os materiais e ferramentas necessários para cada atividade, e os tempos aproximados necessários para a sua execução.

Introduziu-se o conceito de CP, um elemento fundamental na FL. De certo modo esta ideia já existia, isto é, uma célula (seção), é um grupo de processos concebido para produzir uma família de partes/peças de forma flexível, onde o movimento de materiais segue a lógica de peça atrás de peça, agrupados em lotes, os quais são transferidos entre células (Pinto, 2006). No entanto, foi reforçada uma das ideias principais das CP, a possibilidade dos colaboradores poderem trabalhar em equipa, dominarem múltiplos conhecimentos e poderem transitar entre células, tornando assim esta uma estratégia de fabrico muito flexível. A possibilidade de povoar ou despovoar uma célula, é um dos fatores que mais contribui para o aumento da flexibilidade dos sistemas de fabrico baseados na FL, o que por sua vez permite a adaptação

da oferta à variação da procura, bastando para tal a colocação na célula de um número maior de trabalhadores proporcionais ao nível de produção desejada. A capacidade de ajustar o TDC da célula à procura, dá origem ao conceito *take time*, um dos conceitos mais importantes na FL (Pinto, 2006).

Por fim, foi introduzido o conceito de fluxo contínuo, e a primeira medida aplicada foi a criação de uma nova célula de embalagem logo no final da seção de acabamentos, para encurtar os *buffers* e os tempos de processamento. As movimentações dos lotes entre as três seções, passaram a ser feitas apenas quando estes estivessem totalmente completos. Passaram também a ser processados de forma contínua, e não intercalada como antigamente. Nos acabamentos e na embalagem, todos estão ocupados com o mesmo lote, processando-o muito mais rapidamente.

Foi igualmente reforçada a ideia da produção nivelada/em mix: o *heijunka*. Esta ferramenta é necessária para manter o sistema estável, permitir *stocks* mínimos e para eliminar a *mura*, que é fundamental para eliminar a *muri* e *muda* (Liker, 2004). Os fluxos e a produção puxada, dependem do nivelamento da produção (Liker & Meier, 2006).

#### *4.2. Medição de tempos após a implementação de medidas e comparação de resultados*

As Tabelas V, VI e VII, apresentam as atividades das três seções e os tempos de processamento unitários, após a implementação de medidas.

A Tabela VIII permite mostrar e comparar a duração total das atividades, os tempos em *buffers* e os tempos totais de processamento unitários antes e depois.

## Desenvolvimento do Estudo e Apresentação dos Resultados

Tabela V: Descrição das atividades da seção de enchimento e tempos de processamento unitários

Principais Procedimentos	Ações	Duração da Atividade (tempo/ unidade)
Preparação da mistura de parafina, cores e aromas, por lotes	Analisar ficha de especificação do produto, confirmar matérias-primas necessárias	2 min
	Preparar em caldeiras individuais as misturas de acordo com os mapas de especificação	20 min
Preparação e enchimento de moldes	Selecionar e transportar moldes necessários para a produção	Executado pelo fornecedor interno
	Preparar e colocar moldes nas mesas para enchimento	2 min/unidade
	Aquecer revestimentos dos moldes nos fornos	20 min/unidade
	Acoplar o revestimento aquecido aos moldes	3 min/unidade
	Filtrar a mistura preparada e encher manualmente os moldes	2 min/unidade
Arrefecimento	n/d	5 horas e 40 min/unidade
Desmoldagem	Desmoldar o produto e colocá-lo em mesas rolantes (preencher a capacidade máxima das mesas 74 velas)	1 min/unidade
Transferência de produtos	Transferir materiais em mesas rolantes para a zona dos <i>buffers</i> da seção de acabamentos (tempo de paragem)	6 horas/unidade

Fonte: Elaboração própria.

Tabela VI: Descrição das atividades da seção de acabamentos e tempos de processamento unitários

Principais Procedimentos	Ações	Duração da Atividade (tempo/ unidade)
Serrar o excesso de cera da base	Remover os excessos na serra com auxílio de um gabarite, por em fila para furar	20 seg + 25 min/unidade
Furar a vela	Furar a vela na vertical e pôr em fila para a tarefa seguinte	20 seg + 17 min/unidade
Colocar pavio, chapa de segurança e tapar orifício da base da vela	Juntar o pavio à chapa de segurança	Feito automaticamente
	Colocar o pavio no orifício da base da vela e tapá-lo com um “taco” de cera de cor igual, por em fila para alisar	10 seg + 12 min/unidade
Alisar (x5 PT tapete rolante)	Alisar a base e verificar a sua conformidade, percurso total no tapete	1 min + 1 min/unidade
Aquecedor manual	Aquecer a vela para aperfeiçoar detalhes e eliminar defeitos, por em fila para pintar	1 min + 40 min/unidade
Pintura	Pintar a vela com efeitos dourados, prateados ou caiados	2 min/unidade
Transferência de produtos	Transferir materiais em mesas rolantes para a zona dos <i>buffers</i> da seção de embalagem (tempo de paragem)	30 min/unidade

Fonte: Elaboração própria.

Tabela VII: Descrição das atividades da seção de embalagem e tempos de processamento unitários

Principais Procedimentos	Ações	Duração da Atividade (tempo/ unidade)
Etiquetar produtos	Colocar etiquetas do cliente, de segurança e do lote	1 min/unidade
Embalar	Embalar em película plástica	1 min/unidade
	Preparação da embalagem individual (plástica ou cartão)	2 min/unidade
	Encaixotar e transferir para o controlo de qualidade	3 min + Op. eliminada
Verificar conformidade e enviar para armazém	Abrir caixas aleatoriamente e verificar conformidade	Operação eliminada
	Enviar para o armazém	10 min/unidade

Fonte: Elaboração própria.

Tabela VIII: Resumo comparativo dos tempos

Seções	Tempo de Processamento Antes	Tempo em buffers e deslocações Antes	TOTAL Tempo de Processamento Unitário Antes	Tempo de Processamento Depois	Tempo em buffers e deslocações Depois	TOTAL Tempo de Processamento Unitário Depois
<b>Enchimento</b>	7 horas/ unidade	8 h/ unidade	15 h/unidade	6 h e 30 min/unidade	6 h/ unidade	12 h e 30 min/unidade
<b>Acabamento</b>	5 minutos/ unidade	4 h e 21 min/unidade	4 h e 26 min/unidade	4 min e 50 seg/unidade	2 h e 5 min/unidade	2 h, 09 min e 50 seg/unidade
<b>Embalagem</b>	9 minutos	40 minutos	49 min/unidade	7 min/unidade	10 min/unidade	17 min/unidade
	7 h e 15 min/unidade	13 horas/unidade	20 h e 15 min/unidade	6 h, 41 min e 50 seg/unidade	8 h e 15min/unidade	14 h, 56 min e 50 seg/unidade

Fonte: Elaboração própria.

### 4.3. Resposta às questões de pesquisa formuladas

Por forma a conseguir responder às questões de pesquisa formuladas na capítulo 3, a recordar: Que impacto poderão ter as metodologias aplicadas, na capacidade de produção semanal? No tempo de efetivação de uma encomenda com 1000 unidades? E no número ideal de trabalhadores necessários para produzir 10.000 unidades e respetivo custo de mão-de-obra?, foram então desenvolvidos cálculos no Microsoft Excel, que permitem comparar o antes e o depois, apresentados seguidamente nas Tabelas IX a XI.

Tabela IX: Comparação da capacidade de produção semanal das seções

Implementação de medidas	Seções	Número de Trabalhadores	Horas Disponíveis por dia	Quantidade de Moldes Disponíveis	TOTAL Tempo de Processamento Unitário	Capacidade Produção Diária	Capacidade Produção Semanal
<b>ANTES</b>	Enchimento	6	48	80	15 horas/unidade	256 unidades	1280 unidades
	Acabamento	8	64	-	4 horas e 26 min/unidade	14 unidades	73 unidades
	Embalagem	6	32	-	49 minutos/unidade	59 unidades	294 unidades
<b>DEPOIS</b>	Enchimento	6	48	80	12 horas e 30 min/unidade	307 unidades	1536 unidades
	Acabamento	8	64	-	2 horas, 9 min e 50 seg/unidade	30 unidades	148 unidades
	Embalagem	6	32	-	17 min/unidade	169 unidades	848 unidades

Fonte: Elaboração própria.

### Interpretação da Tabela IX

Para calcular a capacidade de produção semanal de cada uma das seções, utilizaram-se três variáveis: horas disponíveis por dia, quantidade de moldes e tempos de processamento unitário.

A capacidade de produção na seção de enchimento, foi calculada através da seguinte fórmula:

$$[1] \text{ Número de moldes existentes} \times \left( \frac{\text{Horas disponíveis por dia}}{\text{Tempo de Processamento Unitário}} \right)$$

As capacidades de produção nas seções de acabamento e embalagem, foram calculadas através da seguinte fórmula:

$$[2] \frac{\text{Horas disponíveis por dia}}{\text{Tempo de processamento unitário}}$$

Assim, após a leitura da Tabela IX pode concluir-se que a capacidade de produção semanal das seções aumentou. Em percentagem, registou-se um aumento de capacidade na ordem dos 20% na seção de enchimento, 103% na seção de acabamento, e 188% na seção de embalagem.

Tabela X: Comparação do tempo total necessário para produzir uma encomenda com 1000 unidades

Implementação de medidas	Seções	Produção Necessária	TOTAL Tempo de Processamento Unitário	Quantidade de Moldes Disponíveis	Horas Necessárias para Produzir 1000 unidades	Total Horas Necessárias
<b>ANTES</b>	Enchimento	1000	15 horas/ unidade	80	187,5 horas	5438 horas
	Acabamento	1000	4 horas e 26 min/ unidade	-	4433,3 horas	
	Embalagem	1000	49 minutos/ unidade	-	816,7 horas	
<b>DEPOIS</b>	Enchimento	1000	12 horas e 30 min/ unidade	80	156,3 horas	2604 horas
	Acabamento	1000	2 horas, 9 min e 50 seg/ unidade	-	2164 horas	
	Embalagem	1000	17 min/ unidade	-	283,3 horas	

Fonte: Elaboração própria.

### Interpretação da Tabela X

Para comparar o tempo necessário para produzir uma encomenda com 1000 unidades, utilizaram-se as seguintes variáveis: o volume de produção necessário, o tempo de processamento unitário e a quantidade de moldes disponíveis na seção de enchimento.

O total de horas necessárias para a produção completa de uma encomenda com 1000 unidades, é o resultado do somatório das horas necessárias por seção, que foram calculadas através das seguintes fórmulas:

- para a seção de enchimento:

$$[3] 1000 \times \left( \frac{\text{tempo de processamento unitário}}{\text{quantidade de moldes disponíveis}} \right)$$

- e para a seção de acabamento e embalagem:

$$[4] 1000 \times \text{tempo de processamento unitário}$$

Assim, através da leitura da Tabela X, podemos observar que o tempo necessário para produzir uma encomenda com 1000 Unidades são 2604 horas, ao passo que antes eram necessárias 5438 horas. Uma redução percentual de 109%.

Tabela XI: Comparação das horas necessárias e do número de trabalhadores, ideal para produzir 10.000 unidades durante um determinado mês com 22 dias úteis e respetivo custo de mão-de-obra

Implementação de medidas	Seções	Horas Disponíveis por Trabalhador	Horas Necessárias para a Produção	Total Horas Necessárias para a produção	Número Ideal Trabalhadores Necessários	Total Trab. Necessários	Custo mão de obra	Custo total mão de obra
<b>ANTES</b>	Enchimento	176	875 horas	3209 horas	5	19	4 €/hora	12833 €
	Acabamento	176	833,3 horas		5			
	Embalagem	176	1500 horas		9			
<b>DEPOIS</b>	Enchimento	176	812,5 horas	2785 horas	5	17	4 €/hora	11139 €
	Acabamento	176	805,6 horas		5			
	Embalagem	176	1166,7 horas		7			

Fonte: Elaboração própria.

### Interpretação da Tabela XI

Para calcular as horas necessárias e o número de trabalhadores ideal para produzir 10.000 unidades durante um determinado mês com 22 dias úteis, bem como o respetivo custo de mão-de-obra, utilizaram-se as seguintes variáveis: o volume de produção necessário, a duração total das atividades, sem contar com as paragens nos *buffers*, o número de moldes disponíveis na seção de enchimento, as horas disponíveis por trabalhador, e o custo hora-homem.

A fórmula utilizada para calcular as horas necessárias para a produção das 10.000 unidades na seção de enchimento foi a seguinte:

$$[5] \frac{10000 \times \text{duração total das atividades}}{\text{quantidade de moldes disponíveis}}$$

E para calcular as horas necessárias nas seções de acabamento e embalagem:

$$[6] 10000 \times \text{duração total das atividades}$$

O número ideal de trabalhadores e o correspondente custo de mão-de-obra, foi calculado pelas seguintes fórmulas, respetivamente:

$$[7] \frac{\text{horas necessárias para a produção}}{\text{horas disponíveis por trabalhador}}$$

$$[8] \text{custo hora\_homem} \times \text{horas necessárias}$$

Em suma, pode concluir-se através da leitura da tabela, que houve uma redução no número de horas de mão-de-obra para a produção completa de 10.000 unidades. Antes seriam necessárias 3209 horas e passaram a ser necessárias 2785 horas, uma redução de 424 horas, que representando uma diminuição de 15,2%.

Em relação ao número de trabalhadores necessários, verificou-se também uma diminuição. Antes seriam necessários 19 trabalhadores, e depois passaram a ser necessários 17 trabalhadores, o que equivale a uma poupança em mão-de-obra de 1694€.

## 5. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E CONTRIBUTOS PARA O FUTURO

### 5.1. Conclusões

Este trabalho consistiu no estudo da implementação de medidas e ferramentas *Lean*, num dos principais processos produtivos da Manulena, com o objetivo de melhorar e aumentar globalmente a sua eficiência e produtividade. Para tal, foi estudado com algum detalhe o processo produtivo, foram levantados os principais problemas intrínsecos ao processo e apresentadas um conjunto de medidas e ferramentas básicas da LM, que foram adotadas e adaptadas à realidade atual da empresa, isto é, ao contexto, procedimentos de trabalho, cultura, recursos humanos e equipamentos existentes atualmente.

Com a concretização do trabalho, e com as simulações realizadas e apresentadas anteriormente no Capítulo 4, pode-se concluir que as medidas e ferramentas *Lean* implementadas, contribuíram para um aumento da eficiência e produtividade do processo, e como tal, os objetivos deste trabalho de projeto foram cumpridos com sucesso. Conseguiu-se aumentar a capacidade de produção semanal deste setor, reduzir o tempo de efetivação das encomendas e reduzir o custo final dos produtos, através da redução do número de horas necessárias, da diminuição de defeitos, movimentações, esperas e *stocks*.

Através da realização deste trabalho de projeto, pode também confirmar-se uma questão já há muito debatida na Manulena, da importância e necessidade de redução dos tempos de arrefecimento dos moldes. Com tempos de arrefecimento menores, encurtar-se-á bastante os tempos de processamento, e poupar-se-á na necessidade de aquisição de maior número de moldes, o que resultará numa redução significativa de despesas para a empresa, atendendo ao elevado custo dos mesmos. Em relação a este aspeto, tem estado paralelamente a ser estudado e desenvolvido, um sistema inovador, que permite a redução significativa dos tempos de arrefecimento.

Em relação à primeira pergunta de pesquisa, a resposta é apresentada no ponto 4.1, onde são definidas e detalhadas as ferramentas *Lean* implementadas no processo produtivo em estudo.

Relativamente à segunda pergunta de pesquisa, a resposta é apresentada no ponto 4.3, onde são definidos e detalhados os cálculos efetuados, podendo-se concluir que as metodologias aplicadas tiveram todas um impacto positivo na produção analisada.

### 5.2. Limitações

A principal limitação deste trabalho de projeto, foi a impossibilidade de estender o estudo da aplicação de metodologias *Lean* a todos os setores da Manulena, e assim, abranger todos os processos produtivos existentes atualmente. Isto porque, o tempo disponível era bastante reduzido, dada a complexidade de um projeto com essa dimensão.

Por este motivo, e considerando, o elevado número de produtos existentes em catálogo, este trabalho de projeto, focou-se apenas no estudo da aplicação de metodologias *Lean*, numa linha de produção, do setor de produção por via do enchimento de moldes, tendo como objetivo principal melhorar as operações e a movimentação de materiais, ao longo deste segmento da cadeia de valor.

Partindo do princípio que a aplicação de metodologias e ferramentas *Lean*, é um processo contínuo e gradual, em que a aplicação de algumas medidas, requer a precedência de outras, outra limitação encontrada neste trabalho, foi o fato de ser inexecutável aplicar ao processo em estudo, todas as ferramentas *Lean* apresentadas no ponto 2.6.

### 5.3 Contributos para o futuro

Comprovados os benefícios da aplicação de algumas medidas e ferramentas *Lean*, numa linha de produção, pretende-se estender este estudo gradualmente a todas os departamentos e setores da Manulena, de modo a torná-la num futuro próximo, uma empresa *Lean*. Para tal, será necessário adotar e adaptar práticas de melhoria adequadas a cada setor, com o objetivo

de melhorar a eficiência global de todos os processos produtivos, e que permitam a redução gradual de todos os desperdícios.

Este estudo, contribuiu igualmente para sensibilizar a gerência da Manulena e todos os colaboradores, da verdadeira importância da adoção e aplicação das práticas *Lean*, como forma de redução de desperdícios e de custos. Presentemente, e futuramente, este aspeto é, e será, bastante relevante, dada a importância do empenhamento da gestão de topo, durante a implementação deste programa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahrenst, T. (2006). *Lean Production: Successful implementation of organization change in operations instead of short term cost reduction efforts*. Lean Alliance. Disponível em: <http://www.Lean-alliance.com/en/>, acessado a 18-12-2012.

Bowersox, D., Closs, D. & Cooper, B. (2006). *Supply chain logistics management* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: McGraw-Hill,

Breyfogle, F. (2007). *Lean Tools that Improve Process: An Overview*. BPTrends. Disponível em <http://www.bptrends.com>, acessado a 28-12-2012.

Campbell, K. & Anderson, R. (2001). *The Machine That Changed the World – Applying Lean Principles to the Whater Business*. Disponível em: <http://www.rvanderson.com>, acessado a 11-12-2012.

Courtois, A., Pillet, M. & Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da Produção* (5<sup>a</sup> ed.). Lisboa: LIDEL – Edições Técnicas Lda.

Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Productivity Press.

Haque, B. & James-Moore, M. (2012). Applying Lean Thinking to new product introduction. *Journal of Engineering Design*, 15(1), 1-31. Disponível em: b-on: Biblioteca do conhecimento online UTL, acessado a 12-12-2012.

Hopp, W. & Spearman, W. (2003). *To pull or not, what is the question?* New York: Fatory Physics Inc.

Hayes, R., Pisano, G., Upton, D. & Wheelwright, S. (2005). *Operation Strategy, and Technology. Pursuing the Competitive Edge*. New York: John Wiley & Sons Inc.

Imai, M. (1986). *Kayzen: The Key for Japans Competitive Success* (1<sup>st</sup> ed.). New York: McGraw-Hill.

Justa, M. & Barreiros, N. (2009). Técnicas de Gestão do Sistema Toyota de Produção. *Revista Gestão Industrial*, 5(1). 01-17. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná. Disponível em: <http://www.revistas.utfpr.edu.br>, acessado a 17-12-2012.

Liker, J. (2004). *The Toyota Way – 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (1<sup>st</sup> ed.). New York: McGraw-Hill.

Liker, J. & Meier, D. (2006). *The Toyota Way, Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps* (1<sup>st</sup> ed.). New York: McGraw-Hill.

Maia, L., Alves, A. & Leão, C. (2011). Metodologias para Implementar *Lean Production*: uma revisão crítica de literatura. Universidade do Minho. Disponível em: <http://www.repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/18874?mode=full>, acessado a 03-12-12.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System- Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.

Pavnaskar S., Gershenson, J. & Jambekar, A. (2003). Classification scheme for Lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075-3090. Disponível em: b-on: Biblioteca do conhecimento online UTL, acessado a 12-12-2012.

Pinto, J. (2006). *Gestão das Operações na Indústria e nos Serviços* (1<sup>a</sup> ed.). Lisboa: LIDEL – Edições Técnicas Lda.

Pinto, J. (2008). *Criar Valor Eliminando Desperdício*. Comunidade *Lean Thinking* (CTL). Disponível em: <http://www.Leanthinkingcommunity.org>, acessado a 12-12-2012.

Pinto, J. (2009 a)). *Lean Thinking, Introdução ao Pensamento Magro*. Comunidade *Lean Thinking* (CLT). Disponível em: <http://www.Leanthinkingcommunity.org>, acessado a 12-12-2012.

Pinto, J. (2009 b)). *Pensamento Lean. A filosofia das organizações vencedoras*. (5<sup>a</sup> ed.). LIDEL – Edições Técnicas Lda. Lisboa.

- Roldão, V. & Ribeiro, J. (2007). *Gestão das Operações: Uma Abordagem Integrada*. Lisboa: Monitor, Lda.
- Rother, M. & Shook, J. (1999). *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda*. (Ver. 1.2). Cambridge: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Russell, S. & Taylor, W. (1999). *Operation Management* (2<sup>nd</sup> ed.). Upper Saddle River: Prentice-Hall.
- Shah, R. & Ward, T. (2007). *Defining and developing measures of Lean production*. Disponível em: <http://www.carlsonschool.umn.edu/assets/101190.pdf>, acessado a 12-12-2012.
- Shingo, S. (1989). *Study of Toyota Production System*. Portland: Productivity Press.
- Slack, N., Chambers, S. & Johnston, R. (2010). *Operations Management* (6<sup>th</sup> ed.). Harlow: Prentice-Hall.
- Spear, S. & Bowen, H. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, September-October, 97-109.
- Suzaky, K. (2010). *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. Mansores: LeanOp Press.
- Todd, P. (2000). Lean Manufacturing: Building the Lean Machine. *Advanced Manufacturing Magazine*, 01-01-2000. Acessado a: 17-12-2012. Disponível em: <http://www.advancedmanufacturing.com/Leanmanufacturing/partone.htm>.
- Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1991). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. New York: Harper Perennial.
- Womack, J. & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Simon & Schuster.
- Womack, J. (2006). *Just in Time, Just in Case, and Just Plain Wrong*. Lean Enterprise Institute, Inc. Cambridge, US. Disponível em: <http://www.Lean.org/>, acessado a: 21-12-2012.

Yandell, P. (2012). *Let Value Stream Focus help you get your organization moving on a path of Continuous Improvement and Cost Reduction*. Value Stream Focus. Disponível em: <http://blog.valuestreamfocus.com>, acessado a: 23-12-2012.

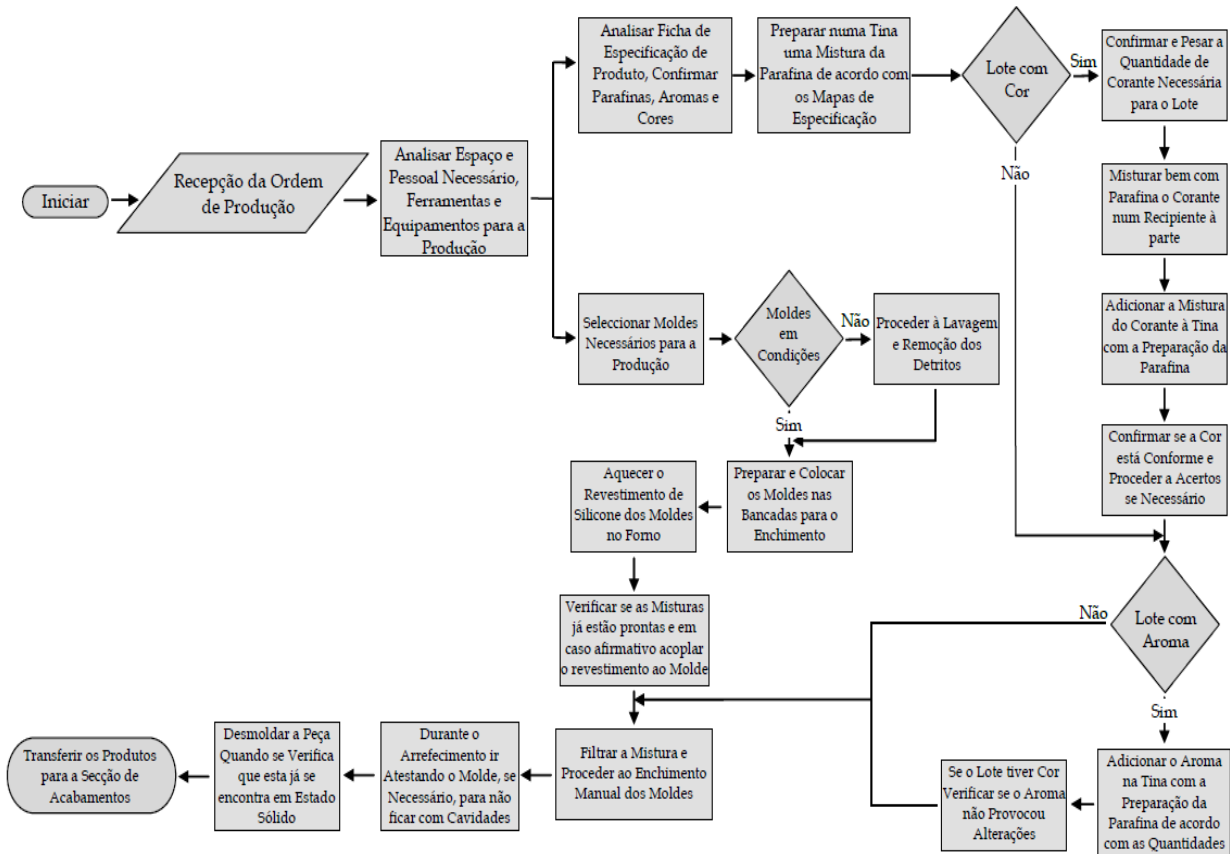
**Outras fontes**

Catálogo Manulena *Candle*, 2013.

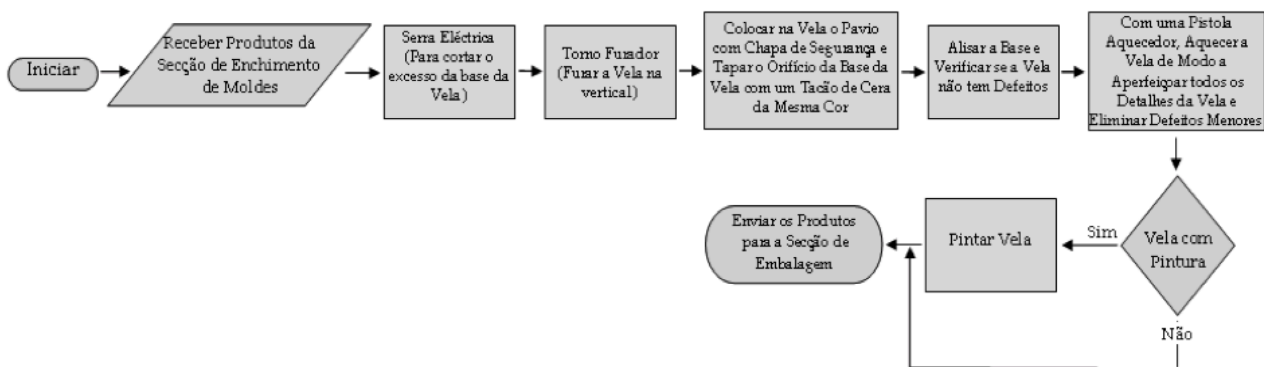
ANEXOS

ANEXO I – Workflows dos processos das seções de enchimento, acabamento e embalagem

Workflow seção de enchimento



Workflow seção de acabamentos



Workflow seção de embalagem

