



Desenvolvimento de um Modelo para Implementação de um Sistema de Produção *Lean*

Joana Bettencourt Nascimento

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professora Ana Camanho

Orientador no INESC Porto: Eng. António Correia Alves



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2009-09-07

Resumo

Este projecto teve como objectivo melhorar a eficiência e a produtividade de uma empresa de fabrico de estofos, através da preparação de uma proposta com vista à implementação de princípios *Lean Manufacturing*.

Efectuou-se uma análise à empresa, tendo-se concluído que o principal problema reside no sistema produtivo, necessitado de uma reorganização e de maior controlo nos níveis de stock. Aplicou-se a ferramenta *Value Stream Mapping* com o propósito de identificar as actividades que não acrescentam valor ao produto em fabrico, bem como outros desperdícios que possam ocorrer nas operações ao longo da cadeia produtiva. Neste contexto, estudaram-se as medidas a aplicar, com a finalidade das secções produtivas actuarem de forma mais sincronizada e com maior controlo dos stocks gerados.

Desenvolveu-se ainda um sistema *Milk Run*, para que o processo de abastecimento das matérias-primas às secções produtivas fosse executado de uma forma mais eficiente.

Finalmente, a fim de melhorar o ambiente de trabalho, a produtividade dos operadores e a eficiência dos processos, planeou-se a implementação do método 5S em toda unidade fabril.

Os resultados esperados após a implementação deste projecto na empresa são um aumento de produtividade, uma diminuição dos custos dos processos produtivos, uma visualização imediata dos processos ao longo da cadeia produtiva, um aumento da qualidade dos produtos, uma resposta mais eficaz às encomendas dos clientes e uma melhoria na qualidade do ambiente de trabalho dos operadores.

Development of the Model to implement the Lean Production System

Abstract

The main goal of this project was to improve the efficiency and the productivity of an upholstered furniture company by elaborating a proposal for the implementation of Lean Manufacturing principles.

The company was submitted to an audit and the conclusion achieved was that the main problem was with the productive system which needed reorganization and more control regarding the stock levels. The Value Stream Mapping tool was applied in order to identify all the activities that do not add value the product in fabrication, as well as waste that might occur in all the operations within the production chain. In this context, measures to develop and apply were studied with the purpose of a better synchronization and control of the stocks by each productive section.

A system Milk Run was also developed so that the supply of the raw material to the productive sections became more effective.

Finally, in order to improve the working environment, the workers productivity and the efficiency of the procedures one planned the implementation of the 5S method throughout the entire manufacturing unit.

The expected results after the implementation of this project in the company are a significant increase of the productivity, a reduction of the cost with production procedures, an easy and immediate visualization of all the procedures through the productive chain, an increase on the quality of the final products, a more effective response to clients orders and an overall improvement of the working environment.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que, directa ou indirectamente, contribuíram para a realização desta dissertação, especialmente à minha orientadora, Professora Ana Camanho, por todo o apoio, orientação e disponibilidade.

Ao meu orientador no INESC Porto, Engenheiro António Correia Alves, pelo conhecimento transmitido ao longo deste projecto.

À Equipa do Projecto, nomeadamente ao Rui Rebelo, Pedro Alves e Paula Gomes, pela colaboração e ajuda no desenvolvimento do mesmo.

A todos os colaboradores do INESC Porto, nomeadamente ao João Amorim e ao Mark Macedo pela sua disponibilidade e paciência.

Aos meus Pais pelo apoio e carinho que sempre me deram.

Ao meu Tio Jorge por todo o tempo e atenção que me dispensou.

Aos amigos dos meus pais pela sua disponibilidade e acolhimento.

Aos meus amigos, que me acompanharam em todos os bons e maus momentos ao longo deste projecto.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do Projecto.....	1
1.2	Apresentação do Projecto e Objectivos	1
1.3	Metodologia seguida no Projecto	2
1.4	Organização da dissertação.....	2
2	Enquadramento Teórico.....	4
2.1	Conceito Lean Manufacturing	4
2.2	Princípios Lean	4
2.3	Métodos e Ferramentas <i>Lean Manufacturing</i>	6
2.4	Identificação de Desperdícios	6
2.5	Value Stream Mapping.....	7
2.6	O Sistema Puxado na Cadeia Produtiva	10
2.7	<i>Milk Run</i>	14
2.8	Método 5S.....	14
2.9	Conclusão	16
3	Descrição da Empresa e dos Processos de Produção.....	17
3.1	Apresentação genérica da empresa	17
3.2	Clientes	17
3.3	Produtos/Serviços	18
3.4	Famílias de Produtos	18
3.5	Descrição do Sistema Produtivo	19
3.6	Descrição dos Processos Produtivos	20
3.7	Conclusão	23
4	Diagnóstico da Empresa	24
4.1	Construção do diagrama VSM - Situação actual.....	24
4.2	Construção do diagrama VSD - Situação Futura	30
4.3	Conclusão	32
5	Soluções propostas para o Sistema Produtivo	33
5.1	Aplicação do Sistema Puxado.....	33
5.2	Abastecimento de matérias-primas e componentes (<i>Milk Run</i>)	36
5.3	Método 5S e a Criação de um Ambiente de Qualidade	37
5.4	Conclusões	44
6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	45
	Referências	47

Índice de Figuras

Figura 1 – Matriz da Família de Produtos, retirada de Rother e Shook (1999).....	7
Figura 2 – Símbolos utilizados na ferramenta <i>VSM</i> , retirada de Rother e Shook (1999).....	9
Figura 3 - Curva da Procura/Produção	10
Figura 4 – Sistema Empurrado, retirada de Liker e Meier (2006)	11
Figura 5 – Sistema Puxado, retirada de Liker e Meier (2006).....	12
Figura 6 – Sistema Puxado com três modelos distintos, retirada de Liker e Meier (2006)	12
Figura 7 – Sistema Puxado através do Processo C, retirada de Liker e Meier (2006).....	13
Figura 8 – Reposição da peça, retirada de Liker e Meier (2006)	13
Figura 9 – Sistema Puxado Sequencial, retirada de Liker e Meier (2006)	14
Figura 10 – Cinco etapas do método 5S.....	15
Figura 11 – Família de Produtos.....	19
Figura 12 – Cadeia do Sistema Produtivo	19
Figura 13 – <i>Layout</i> fabril da empresa	20
Figura 14 – Curva da Análise ABC	24
Figura 15 – Componentes do sofá D	25
Figura 16 - <i>VSM</i> – Fluxo Principal (situação actual)	28
Figura 17 – <i>VSM</i> com todos os fluxos da empresa (situação actual)	29
Figura 18 – <i>VSD</i> (situação futura).....	31
Figura 19 – Ficha de Fabrico	33
Figura 20 – Etiqueta de Identificação.....	33
Figura 21 – Quadro de controlo de supermercados (posição 1)	34
Figura 22 – Quadro de controlo de supermercados (posição 2)	34
Figura 23 – Quadro de controlo de supermercados (posição3).....	34
Figura 24 – Cone de Sinalização	36
Figura 25 – <i>Layout</i> da fábrica com as rotas de abastecimento.....	36
Figura 26 – Mapa 5S de dois postos de estofagem.....	39
Figura 27 – Mapa 5S da Secção de Estofagem.....	40
Figura 28 – Mapa 5S da Área de Acabamento	41
Figura 29 – Mapa 5S da Secção de Costura	41
Figura 30 – Mapa 5S dos postos de fabrico de componentes e de revestimento com fibra e com tecido.....	42
Figura 31 – Mapa 5S para dois postos de montagem do casco	42
Figura 32 – Mapa 5S da Secção de Carpintaria	43

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Quantidades vendidas entre Nov. 2008 e Abr. 2009	25
---	----

1 Introdução

1.1 Enquadramento do Projecto

Este trabalho tem por tema o “Desenvolvimento de um Modelo para Implementação de um Sistema de Produção *Lean*”, aplicado a uma média empresa de fabrico de estofos¹ e enquadra-se na disciplina Projecto de Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Engenharia de Sistemas de Produção do INESC Porto, que presta serviços na área de consultoria em Organização e Gestão Industrial.

1.2 Apresentação do Projecto e Objectivos

Este projecto tem como objectivo melhorar a eficiência e a produtividade da empresa, através da preparação de uma proposta com vista à implementação de princípios *Lean Manufacturing*.

A empresa em estudo, com cerca de oitenta colaboradores, tem marca própria, aposta no mercado nacional e internacional e está numa fase de expansão, tanto a nível de produção como de facturação. Tratando-se de uma empresa de cariz familiar, cresceu de forma natural sem grandes preocupações de carácter organizacional, sendo os problemas resolvidos em função das necessidades imediatas.

Com a finalidade de conhecer o funcionamento da fábrica, realizaram-se diversas visitas, a fim de caracterizar as secções produtivas e recolher dados dos processos a elas associados.

Com base nos dados recolhidos, foi elaborado um diagrama *VSM (Value Stream Mapping)*, que permitiu identificar os principais aspectos do sistema de produção que necessitam de melhoria. Posteriormente, aplicando métodos e ferramentas *Lean Manufacturing*, elaborou-se o Diagrama *VSD (Value Stream Design)*, que retrata a situação futura pretendida. Dado que o sistema produtivo da empresa tem uma grande variedade de produtos, cada um deles incluindo uma vasta gama de modelos, foi proposto um sistema de produção puxada sequencial.

Foi igualmente concebido um sistema *Milk Run* para a cadeia produtiva, com o objectivo de organizar o fluxo de abastecimento das matérias-primas aos postos de trabalho.

Com a finalidade de melhorar a qualidade do ambiente de trabalho dos operadores, planeou-se a implementação do método 5S. Este método permite uma melhor organização do espaço de trabalho das secções produtivas.

¹ Neste estudo, o nome da empresa não é identificado, dada a existência de um contrato de confidencialidade entre o INESC Porto e a empresa.

Após a implementação dos modelos desenvolvidos neste trabalho, prevê-se uma melhoria significativa nos processos produtivos, com a redução dos tempos e custos de produção, redução nos problemas de qualidade, aumento de produtividade, uma visualização imediata dos processos ao longo da cadeia produtiva, melhoria nas condições de trabalho e uma resposta mais célere às encomendas dos clientes.

1.3 Metodologia seguida no Projecto

No início do projecto, efectuou-se o levantamento da situação actual da empresa e da sua organização para identificar as possibilidades de melhoria. O conhecimento da situação actual foi efectuado ao longo do tempo de duração do projecto, através de reuniões com a administração e visitas à zona fabril. As visitas às várias secções produtivas da fábrica não puderam ser efectuadas no período inicial do projecto, o que inevitavelmente acarretou algum atraso no desenvolvimento do trabalho. Os dados recolhidos foram analisados no INESC Porto, e na sequência desta análise, procuraram-se soluções simples, de fácil implementação, não envolvendo grandes investimentos de modo que, num futuro próximo, a prossecução dos objectivos fosse exequível.

Inicialmente, planeou-se que o projecto decorreria entre Março e Junho de 2009. O levantamento dos dados e o diagnóstico da empresa deveria ter sido efectuado durante os meses de Março e Abril e a proposta de intervenção deveria ter decorrido entre Maio e Junho. No entanto, só foi possível realizar uma reunião no mês de Março, sendo as restantes reuniões de análise da empresa e recolha dos dados efectuadas durante o mês de Abril e Maio. Durante a execução da proposta de intervenção foram igualmente realizadas visitas à fábrica, que se estenderam até ao mês de Julho. Ainda que esta fase tenha durado mais tempo do que inicialmente pretendido, é facilmente compreensível que nem sempre houvesse por parte da empresa disponibilidade imediata para receber a equipa do projecto, dado que isso poderia comprometer o funcionamento do processo produtivo. Por este motivo o projecto foi concluído apenas no final de Julho de 2009.

A implementação das soluções propostas estava fora do âmbito deste projecto, estando previsto que seja inserida num segundo projecto a decorrer posteriormente.

1.4 Organização da dissertação

A presente dissertação é composta por seis capítulos.

No segundo capítulo é feita uma abordagem teórica relativa aos métodos e ferramentas utilizados neste projecto.

No capítulo três efectua-se uma descrição geral da empresa, com referência ao mercado alvo e características dos produtos. É feita igualmente uma exposição dos processos produtivos e interligação entre eles.

No capítulo quatro é usada a ferramenta *Value Stream Mapping* para diagnóstico e avaliação da situação actual do sistema produtivo. Elaborou-se o diagrama *VSM* para identificar as possíveis melhorias, e posteriormente o diagrama *VSD*, que permite a visualização da situação futura, com as soluções propostas.

No quinto capítulo são apresentadas soluções para o sistema produtivo, adaptadas à estratégia da empresa, que procura responder a um mercado de grande diversidade. Neste capítulo também é apresentada a proposta de implementação de um sistema *Milk Run*, bem como o desenvolvimento de um plano para implementação do método 5S em dois postos de trabalho.

Finalmente, no capítulo seis esboçam-se algumas conclusões relativas ao trabalho realizado e apontam-se algumas perspectivas para o futuro da empresa, após a implementação dos modelos desenvolvidos neste projecto.

2 Enquadramento Teórico

2.1 Conceito Lean Manufacturing

Inicialmente o conceito *Lean* estava muito ligado às produções industriais, daí a designação *Lean Manufacturing* ou *Lean Production*.

O “*Lean Manufacturing*”, também conhecido por *Toyota Production System* foi desenvolvido pela *Toyota Motor Company*, na década de 40, como resposta aos requisitos e necessidades do mercado japonês, que exigia o fabrico de uma grande variedade de modelos em pequenas quantidades (Liker, 2004).

O *Lean Manufacturing* focaliza-se na eliminação do desperdício de tempo e de material em cada passo do processo de produção, desde a matéria-prima até aos produtos acabados. Surgiu da necessidade de obter processos rápidos, flexíveis e com custos reduzidos, mas que dessem aos clientes o que eles querem, quando eles querem, com o máximo de qualidade, tal como referiu Liker (2004).

Actualmente, o conceito *Lean* evoluiu para áreas de serviços, empresas comerciais e processos administrativos.

Liker (2004) salientou que o *Lean* é uma filosofia empresarial que procura envolver todas as pessoas da organização na eliminação de desperdícios e na criação de valor, assentando numa cultura pró-activa e de constante melhoria.

2.2 Princípios Lean

Womack e Jones (2003) identificaram cinco princípios básicos da filosofia *Lean* que se podem considerar princípios orientadores das empresas que desejam seguir um percurso de constante melhoria contínua:

- **Definição de Valor**

Tradicionalmente, os valores dos produtos fabricados eram impostos ao mercado como resultado de um dado custo de fabrico ao qual era adicionada a margem de lucro pretendida, tal como descrito por Ohno (1997). Deste modo, o consumidor final teria de suportar todo o custo, mesmo que este resultasse da falta de eficiência do sistema produtivo.

Na actual conjuntura de competitividade empresarial, e com o surgimento de um mercado cada vez mais exigente, o preço começou a ser determinado pelo consumidor final. Assim, a única forma de manter ou aumentar os lucros é através da redução de custos.

- **Identificação do Fluxo de Valor**

Para proceder ao estudo do fluxo de valor, é necessário analisar a cadeia dos processos produtivos e identificar aqueles que efectivamente criam valor, os que não criam valor mas são necessários, e os que não são necessários e não aportam nenhuma mais-valia. Estes últimos deverão ser eliminados.

Toda a cadeia de valor deve ser analisada desde o processo inicial da criação do produto até à sua entrega final ao consumidor.

- **Fluxo**

Após a eliminação dos processos que não acrescentam valor, será necessário introduzir fluidez na cadeia produtiva, o que normalmente requer uma grande mudança de mentalidade. Habitualmente, as empresas têm uma estrutura dividida por departamentos, centrados nas funções, agrupando tipos de processos semelhantes. Este sistema origina facilmente acumulação de stocks intermédios ou tempos de espera entre os processos.

A alternativa é formar grupos de produção, nos quais os trabalhadores não se foquem apenas na sua função, mas sim no produto a fabricar, operando de forma flexível e com espírito de equipa. Este princípio procura suprimir os tempos de espera, reduzir os tempos de concepção e de fabrico do produto, aumentando assim a capacidade de resposta ao cliente.

- **Produção *Pull***

No sistema de produção *Pull*, cada processo requisita ao processo anterior os materiais ou componentes necessários para a execução do mesmo. Os materiais ou componentes serão requisitados no momento certo e nas quantidades exactas.

Em oposição a este, no método tradicional (produção *Push*) cada processo empurra os seus resultados para o processo seguinte, mesmo que este não necessite ou não esteja preparado para o seu uso, podendo originar uma superprodução.

Na produção *Pull*, é o consumidor final que vai determinar o ritmo de produção ao longo de toda a cadeia produtiva, desde o armazém dos produtos acabados até ao fornecedor das matérias-primas.

Na produção puxada pretende-se sincronizar a procura dos clientes e a capacidade produtiva efectiva.

- **Perfeição**

Perfeição significa melhoria contínua e a sua constante procura. Esta filosofia necessita de estar presente em toda a cadeia produtiva, pois a fraqueza de um qualquer processo pode determinar o fracasso de toda a cadeia produtiva.

A procura constante da perfeição deve orientar todos os esforços da empresa, com processos bem caracterizados, onde todos os membros da cadeia deverão ter conhecimento do processo como um todo, para ter consciência das implicações das suas acções nesse todo. Esta procura de perfeição poderá ocorrer através de melhorias contínuas incrementais, conhecidas como kaizen.

O importante da melhoria contínua não é tanto o tamanho de cada passo, mas a possibilidade de continuar a melhorar dia a dia, o que implica que seja um processo sem fim.

2.3 Métodos e Ferramentas *Lean Manufacturing*

Nos dias de hoje, as empresas dispõem de um grande número de métodos e ferramentas, que podem ser usadas para introduzir, sustentar e melhorar um sistema *Lean Manufacturing*. São a seguir descritas algumas destas ferramentas aplicadas neste trabalho.

2.4 Identificação de Desperdícios

Para conseguir o melhor produto com o menor custo possível é essencial identificar as fontes de desperdício durante os processos ou operações de produção.

“Desperdício” (“muda”, em japonês) refere-se a todos os elementos da produção que aumentam custos, sem agregar valor. A título de curiosidade, Liker (2004) refere que num estudo efectuado na Toyota, na década de 40, foram identificados sete tipos de desperdício:

- **Superprodução**

Consiste em produzir mais, ou mais rápido do que é exigido

Existem dois tipos de desperdício de superprodução: superprodução por quantidade e a superprodução por antecipação.

A superprodução por quantidade é a que produz mais do que é necessário, para stock ou para substituição de produtos defeituosos. A superprodução por antecipação resulta de produção realizada antes do momento necessário, criando stocks intermédios que aguardam ocasião de serem consumidos nos processos produtivos posteriores.

- **Espera**

Este tipo de desperdício surge quando um trabalhador fica impedido de executar a sua função, devido à interrupção do funcionamento dos equipamentos por avaria ou para manutenção, espera de materiais, espera de relatórios ou pedidos, ou simplesmente porque não tem trabalho, devido a falhas de stock e/ou atrasos no processamento.

Considera-se ainda desperdício os casos em que os trabalhadores servem apenas para vigiarem máquinas automáticas, ou aguardam o setup dos equipamentos e máquinas.

- **Transporte desnecessário**

O transporte de material é uma actividade que não acrescenta valor, sendo por isso um desperdício que deve ser minimizado. O transporte pode representar em alguns casos 45% do tempo total de fabrico do produto. Por este motivo, a eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos. As melhorias mais significativas em termos de redução de desperdício por transporte obtêm-se através de alterações de *layout* que eliminem ou reduzam as deslocações de material na empresa.

- **Processamento**

O desperdício pode ser gerado por sobre-processamento, isto é quando há operações que não acrescentam valor do ponto de vista do cliente, ou ainda por processamento ineficiente, devido ao uso de ferramentas inadequadas e procedimentos desajustados.

- **Excesso de stock**

Desperdício associado ao excesso de matéria-prima, stock intermédio, ou de produtos acabados, provocando *Lead Times* (tempo necessário para que um serviço ou operação seja executado desde a sua solicitação até à sua entrega) mais longos, obsolescência, produtos danificados e custos acrescidos de armazenagem.

- **Movimentos desnecessários**

Qualquer movimento inútil dos funcionários durante a realização do trabalho, tal como a procura de peças e ferramentas, não se traduz em tarefas que acrescentam valor ao produto.

- **Defeitos**

Fabricação de produtos com qualidade abaixo do padrão estabelecido, não correspondendo às exigências e expectativas do cliente. Este tipo de desperdício gera custos com a resposta às reclamações dos clientes, com a inspecção do produto, com a sua reparação ou substituição, no caso de defeitos irreparáveis.

2.5 Value Stream Mapping

Rother e Shook (1999) desenvolveram o *Value Stream Mapping*, uma ferramenta usada no processo de desenvolvimento de sistemas de Produção *Lean*, que representa através de símbolos intuitivos e simples todas as etapas envolvidas nos fluxos de materiais e informação, desde o fornecedor de matérias-primas até à entrega do produto acabado.

Esta ferramenta permite visualizar os processos individualmente, facilitando a compreensão do fluxo do sistema de produção. Possibilita igualmente a visualização de soluções para reduzir o *lead time*, através da eliminação de tarefas que não acrescentem valor. Uma vez construído o diagrama do *VSM*, cujo objectivo é representar “a situação actual”, deve ser desenhada “a situação futura” com o diagrama *Value Stream Design (VSD)*, apontando as melhorias potenciais identificadas com a construção do *VSM*. O *VSD* representa a situação pretendida, que deverá ser possível implementar a curto prazo. Esta ferramenta pode ser consultada com mais detalhe em Pizzol e Maestrelli (2004).

Para o uso da ferramenta *VSM*, é necessário em primeiro lugar seleccionar um produto ou a família de produtos sobre o qual irá incidir o estudo.

Uma família de produtos é composta por um grupo de produtos com processos semelhantes ou que utilizam equipamentos comuns ao longo do sistema produtivo. Com o objectivo de conhecer os produtos constituintes de uma família, é sugerida a criação de uma matriz de família de produtos (Figura 1), onde consta uma lista dos produtos e dos respectivos processos ou equipamentos utilizados.

		Assembly Steps & Equipment							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Figura 1 – Matriz da Família de Produtos, retirada de Rother e Shook (1999)

Através da matriz é possível agrupar os produtos que apresentam uma sequência de processos semelhantes, formando famílias de produtos. Assim, pela análise da Figura 1 é possível concluir que os produtos A, B e C pertencem à mesma família de produtos, enquanto os D e E fazem parte de outra família e os F e G constituem uma terceira.

Para a identificação do produto ou da família de produtos com maior relevância para a empresa em termos de volume de facturação é usual recorrer à análise ABC, ferramenta de gestão que permite classificar os produtos em categorias (A, B e C), consoante a sua importância relativa. Usualmente são classificados como classe A cerca de 20% do número total de produtos que correspondem a 80% da quantidade vendida acumulada, enquanto que a classe B abarca cerca de 30% do número total de produtos responsável por 15% da quantidade vendida acumulada e a classe C compreende cerca de 50% do número total de produtos a que correspondem apenas 5% da quantidade vendida acumulada, como referido por Aquilano et al (2001). O produto ou a família de produtos a seleccionar para utilizar a ferramenta *VSM* deverá portanto pertencer à classe A, por serem os mais significativos em termos de vendas.

Construção do Diagrama *VSM* e do Diagrama *VSD*

No diagrama *VSM* deverão estar representadas todas as actividades necessárias para transformar a matéria-prima em produto acabado, assim como a informação associada a todo o processo produtivo, desde o cliente ao fornecedor.

Segundo Rother e Shook (1999), para a construção deste diagrama, é necessário o conhecimento dos seguintes dados:

- procura do cliente (número média de peças solicitadas pelos clientes num determinado intervalo de tempo);
- número de operadores por cada processo;
- tempo de atravessamento (*throughput time*), que corresponde ao tempo que um material demora a atravessar um processo;
- número de turnos que operam no processo produtivo;
- carga horária de cada turno;
- *stock* intermédio gerado pelos processos;
- quantidade média de stock da matéria-prima;
- frequência das encomendas aos fornecedores e a quantidade média por encomenda;
- fluxo de materiais, com a identificação do tipo de produção (*Pull* ou *Push*);
- *stock* de produto acabado;
- fluxo de informações, com identificação de quem transmite a informação e como são transmitidas;
- régua do tempo, que descreve o tempo que um produto leva a percorrer todo o caminho de produção desde a encomenda da matéria-prima até ao momento de entrega ao cliente (*lead time*).

Nos diagramas *VSM* são utilizados os símbolos sugeridos por Rother e Shook (1999), apresentado na Figura 2.

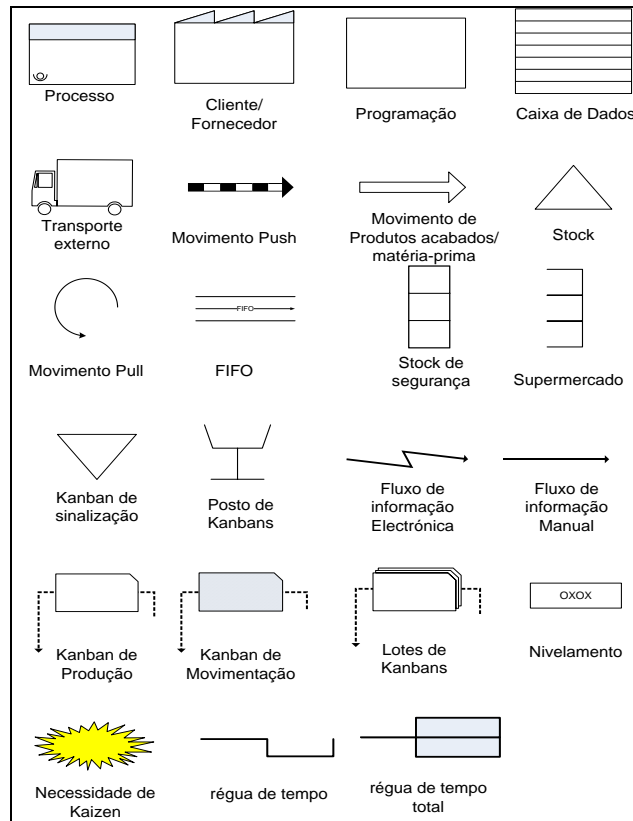


Figura 2 – Símbolos utilizados na ferramenta *VSM*, retirada de Rother e Shook (1999).

Construído o *VSM*, com a caracterização da situação actual, a partir deste identificam-se as fontes de desperdício e as tarefas de valor acrescentado do ponto vista do cliente. Posteriormente, elabora-se o *VSD*, mapa representativo da situação que se pretende para a empresa num futuro próximo. Na elaboração deste mapa dever-se-ão ter em conta as seguintes orientações:

- A produção deverá ser efectuada de acordo com o *takt time*, isto é, deverá ser ajustada ao ritmo da procura do cliente. O *takt time* pode então ser definido como o tempo desejável para produzir um componente ou um produto completo, baseado na procura.

Em termos de cálculo, o *takt time* é a razão entre o tempo total de produção disponível num determinado intervalo de tempo e o número de peças procuradas no mesmo intervalo de tempo.

$$Takt\ Time = \frac{\text{tempo de produção disponível}}{\text{procura}}$$

- O fluxo de material deverá ser contínuo, isto é, cada material que termine o processamento deve imediatamente passar ao processo posterior.
- Utilização de supermercados para controlo da produção onde não for possível estabelecer o fluxo contínuo.
- A programação deverá ser enviada apenas para um processo de produção (*pacemaker*), que puxa os outros determinando o ritmo de produção.

- Nivelamento de tipos de produtos, ou seja, fabricar os diferentes tipos de produtos, solicitados pelo mercado, segundo um padrão sequencial e repetitivo.
- Nivelamento do volume de produção, ou seja, fabricar quantidades de acordo com as oscilações da procura do mercado, criando níveis de produção. As ordens de produção devem ser emitidas em pequenos intervalos de tempo ajustados às previsões da procura do cliente. A Figura 3 apresenta uma curva da procura do cliente, e a respectiva curva da produção.

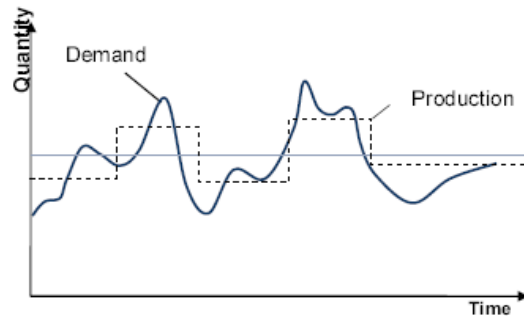


Figura 3 - Curva da Procura/Produção

Importa referir, que a elaboração destes mapas (*VSM* e *VSD*) só trazem mais-valia a uma organização se for realizada a acção concreta de implementação dos estados futuros pretendidos.

2.6 O Sistema Puxado na Cadeia Produtiva

O sistema empurrado, sistema utilizado pela produção tradicional, baseia-se numa programação feita com antecedência, fundamentada numa projecção da procura do cliente, podendo originar níveis elevados de stock. Estes stocks são empurrados para o cliente, uma vez que não há garantia que a procura se mantenha. No sistema de produção deste tipo, o material fabricado por um determinado processo é empurrado para o processo seguinte, quer este o requisite ou não, dando lugar a uma superprodução.

Em oposição a este sistema, o sistema puxado produz de acordo com a procura efectiva do cliente, evitando a superprodução. Neste sistema, o ideal seria o fluxo unitário de peça (*one-piece-flow* - tudo o que é produzido é consumido de imediato, não gerando stocks intermédios nem stocks de produto acabado). No entanto, este é um sistema frágil, uma vez que uma falha no fluxo levaria à paralisação total da produção.

Segundo Liker (2004), os supermercados são um exemplo de um sistema puxado, parecendo meros armazéns de material, mas na verdade operam de um modo muito particular. Uma quantidade específica de stock é mantida nas prateleiras, com base nos padrões de procura anterior e na previsão da procura futura. Os consumidores retiram da prateleira os artigos que necessitam. Periodicamente verifica-se o que foi retirado da prateleira e repõe-se o que está em falta, utilizando o stock disponível no supermercado, que por sua vez é reabastecido. Neste sistema em vez do material ser empurrado para o consumidor, observa-se em primeiro lugar o que o cliente consome e só depois se repõe o stock antes que acabe.

Por analogia com o modo de funcionamento dos supermercados e numa condição de compromisso entre o ideal do fluxo unitário de peça e o sistema empurrado, criaram-se pequenos armazéns de stock (supermercados) de peças entre os processos produtivos (Ohno, 1997). Deste modo não haverá superprodução maior do que a pequena prateleira do supermercado e há uma ligação directa entre o que o cliente quer e o que a empresa produz.

Estes *buffers*, também designados por stocks de segurança, são repostos utilizando um sistema de produção puxado.

Segundo Liker e Meier (2006), num sistema puxado é o cliente que determina a movimentação do material e dita o momento em que este material vai ser movimentado.

Há três condições básicas num sistema puxado:

- **Definição** – é definido um acordo entre o processo-fornecedor e o processo-cliente relativamente às quantidades do produto, tipo ou modelo de produto e sequência de fabrico.
- **Dedicação** – são afectados recursos, locais, zonas de armazenamento/recipientes exclusivos e partilhados entre os dois processos.
- **Controlo** – são implementados métodos visuais de controlo do acordo definido.

No sistema empurrado não há nenhum acordo definido entre o processo-fornecedor e o processo-cliente relativamente à quantidade e ao momento de fornecimento. O fornecedor trabalha com o seu próprio ritmo e entrega ao cliente quer este tenha necessidade ou não do produto nesse momento. As localizações não são definidas e exclusivas e o material é colocado onde houver lugar. Como não há definição nem exclusividade, não há maneira de se saber o que controlar e como controlar. Os processos poderão estar a funcionar de acordo com o mesmo planeamento mas não estão ligados nem sincronizados.

Um sistema puxado resulta de uma junção de diversos elementos que sustentam o próprio sistema. O sistema kanban é uma das ferramentas utilizadas como fazendo parte de um sistema puxado. Kanban é um método simples de comunicação visual, que pode ser um cartão, um espaço vazio, uma caixa, um carrinho de transporte ou outro qualquer método de sinalização para o processo-cliente avisar o processo-fornecedor que necessita de material. As três condições referidas, num sistema puxado, devem estar claramente estabelecidas e ditam a força e a firmeza da ligação entre os processo-fornecedor e processo-cliente.

Sistema puxado num sistema produtivo de um único produto

A Figura 4 ilustra a necessidade da definição clara das três exigências do sistema puxado. Trata-se de um fluxo unitário de peça por ser o mais fácil de entender, mas é possível aplicar os mesmos princípios a outras situações, com por exemplo produção por lote, mistura de modelos ou maiores quantidades entre os processos.



Figura 4 – Sistema Empurrado, retirada de Liker e Meier (2006)

Pela observação da Figura 4 pode-se verificar que o acordo não está a ser seguido, uma vez que existe mais do que uma peça entre o processo B e o processo C. Neste caso, o processo B não está a seguir o acordo, excedendo o limite de peças. Como se trata de um fluxo unitário de peças, o fornecedor só pode enviar uma peça de cada vez, após o cliente ter usado a peça anterior. Como vimos, apesar de estar implícito no termo “fluxo unitário de peças” que só pode estar uma peça entre os processos, isso não é suficiente. O acordo necessita de ser explícito e visível a todos.



Figura 5 – Sistema Puxado, retirada de Liker e Meier (2006)

Como podemos observar pela Figura 5 o acordo está agora explícito e visível. O espaço é delimitado permitindo apenas uma peça e para que se torne mais claro é adicionada uma sinalização visual.

Um dos primeiros benefícios da criação de um fluxo de sistema puxado é o facto dos problemas e seus efeitos serem facilmente detectados. Se ocorrer um desvio, isso constitui uma mensagem clara de que existe um problema subjacente que necessita de ser resolvido.

O fluxo unitário de peças exige um perfeito equilíbrio do tempo de operação, o que dificilmente é exequível. Há sempre interrupções normais no fluxo de transformação das matérias-primas. Para que os desvios não sejam causadores de interrupções intermitentes no fluxo, causando tempos de espera para os processos, criaram-se *buffers* (stocks de segurança) entre os processos. Os stocks de segurança devem ter as quantidades máximas e mínimas bem definidas. A máxima serve de indicação visual que está a ocorrer uma superprodução e a mínima de que poderá emergir um problema de abastecimento para o cliente.

Sistema puxado num sistema produtivo de vários produtos

Os princípios aplicados ao fluxo unitário de peças são válidos para processos mais complexos com diferentes modelos de artigos.

A Figura 6 representa um sistema produtivo que fabrica três modelos diferentes possuindo a flexibilidade de a qualquer momento poder fabricar qualquer um deles separadamente.

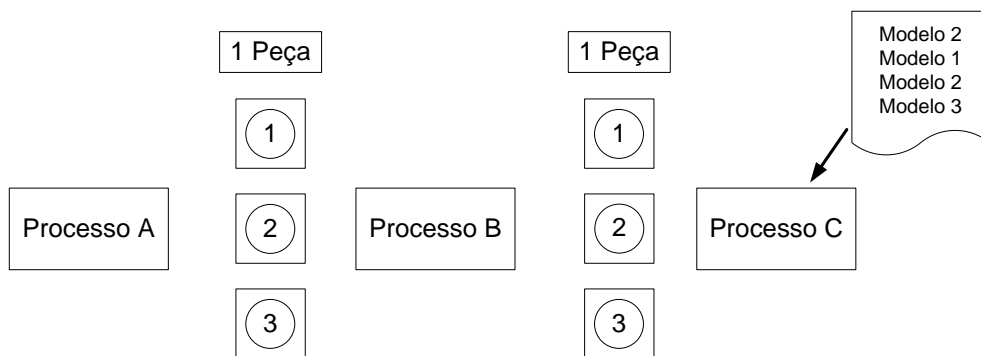


Figura 6 – Sistema Puxado com três modelos distintos, retirada de Liker e Meier (2006)

É o processo C que recebe a ordem de fabrico (pedido do cliente) e de acordo com esta, inicia a produção do Modelo 2. A única peça correspondente a este modelo localizada entre os processos C e B será retirada ficando um espaço vazio, ilustrado na Figura 7. Este espaço vazio funciona como sinal (ordem de fabrico) ao processo B que por sua vez remove a peça 2 existente entre o processo B e o processo A, reabastecendo o recipiente situado entre os processos B e C, como é ilustrado na Figura 8.

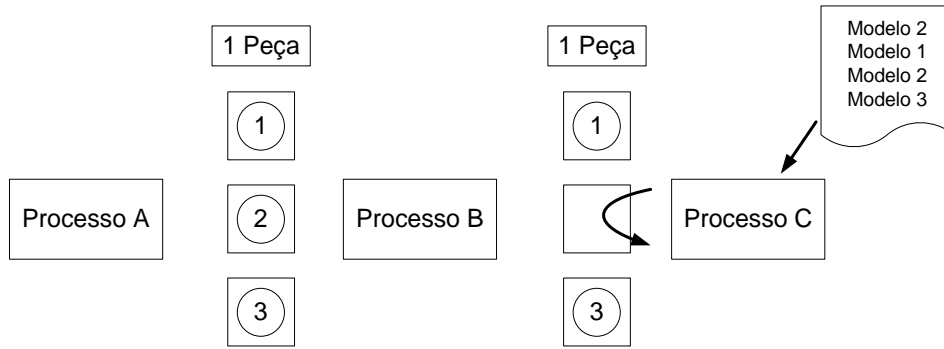


Figura 7 – Sistema Puxado através do Processo C, retirada de Liker e Meier (2006)

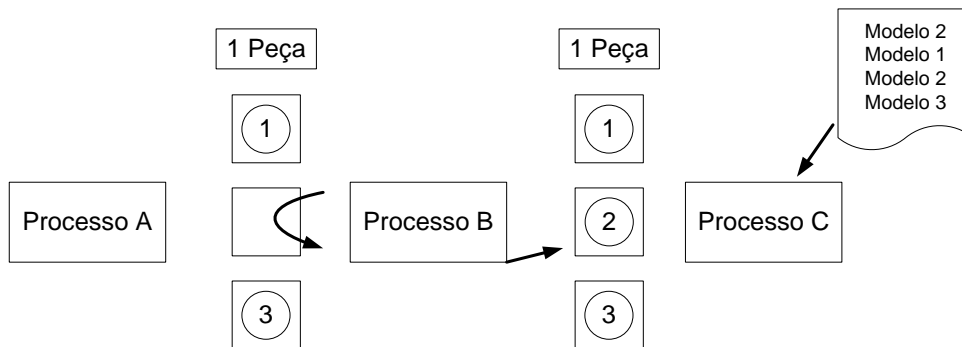


Figura 8 – Reposição da peça, retirada de Liker e Meier (2006)

Agora, o espaço vazio entre os processos A e B funciona como sinal (ordem de fabrico) ao processo A, que irá repor o recipiente situado entre os processos A e B.

Este sistema, essencialmente caracterizado pela sua versatilidade, funciona bem para produções com pequena variedade e elevadas quantidades de cada tipo, apresentando como principal vantagem a flexibilidade para produzir qualquer modelo a qualquer momento e permitir alterações rápidas de modelo.

Sistema puxado sequencial

Num sistema produtivo de grande variedade de artigos e personalizados, onde há necessidade de produzir vários modelos diferentes sucessivamente, à primeira vista pareceria não ser possível desenvolver um sistema de produção puxada. No sistema referido anteriormente, quando C processa um modelo específico, deixa um espaço vazio entre C e B que não é mais do que uma ordem de fabrico transmitida a B através de um sinal visual, partindo-se do princípio que B terá de produzir o mesmo modelo para substituição do que foi processado por C.

No sistema agora considerado, a programação (pedido do cliente) é enviada ao processo A e não ao processo C. O processo A produz de acordo com a programação recebida e envia ao B preenchendo o espaço vazio existente entre os dois. O processo B processa essa peça passando-a ao processo C subsequente, restando um espaço vazio entre A e B, como é ilustrado na Figura 9. Por sua vez C processa a peça enviada por B deixando outro espaço vazio, agora entre B e C. Estes espaços vazios representam ordens de fabrico dos processos a jusante aos processos a montante, sendo portanto os processos subsequentes que puxam a produção. A sequência dos modelos a fabricar é ditada pelo processo inicial enquanto a ordem de fabrico é dada pelos processos subsequentes.

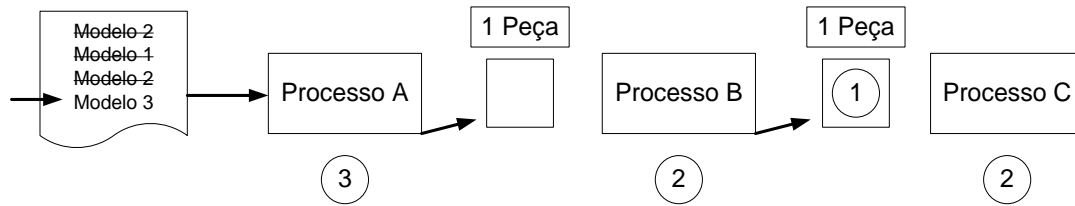


Figura 9 – Sistema Puxado Sequencial, retirada de Liker e Meier (2006)

Para que este sistema sequencial puxado funcione bem, cada operador deve ter a capacidade de produzir qualquer modelo requisitado a qualquer momento. Nos *buffers* entre os processos deve estar definido e explícito de forma visual o número máximo e mínimo das peças permitidas, devendo ser usado o princípio de que o primeiro que entra é o primeiro que sai (FIFO).

2.7 Milk Run

O *Milk Run* é um método organizado de abastecimento das matérias-primas aos processos produtivos. Este procura fornecer as matérias-primas ou componentes aos processos produtivos sempre ao mesmo ritmo, com a quantidade certa de material e a informação necessária.

Segundo Koch et al (2008), esta operação pode ser desempenhada por um operador com a função de fornecer o material a todos os postos de trabalho ao longo de uma rota, recolhendo, ao mesmo tempo, a informação com o tipo de material e as quantidades necessárias. O método *Milk Run* permite manter os níveis de stock baixos entre os processos e evita que os operadores desperdicem tempo a procurar o material.

2.8 Método 5S

O método 5S é considerado o passo inicial para implementação de um sistema de qualidade numa empresa, uma vez que proporciona melhorias no ambiente de trabalho, nos procedimentos, na eficiência dos processos e na qualidade dos produtos e serviços prestados. Este método, quando aplicado com persistência e convicção apresenta resultados surpreendentes, pois gera uma mudança de mentalidade e comportamento das pessoas envolvidas.

A implementação dos 5S promove melhorias no ambiente de trabalho e bem-estar dos trabalhadores, aumentando a sua auto-estima e segurança, racionalizando processos de trabalho e de utilização de materiais e equipamentos. Desenvolve ainda o espírito de equipa, bons hábitos de trabalho, melhoria nas relações interpessoais e maior respeito ao próximo e ao local de trabalho.

Este método foi desenvolvido no Japão por Kaoru Ishikawa na década de 50 e descrito por Hirano (1995). O seu nome deriva das iniciais das palavras japonesas que resumem as cinco etapas do método, descritas a seguir e representadas na Figura 10.

- **Seiri** – Separação

A primeira etapa consiste em identificar tudo o que é necessário. Todo o material desnecessário deverá ser eliminado.

Nesta etapa, também deverá ser identificada a frequência de utilização de todos os equipamentos e materiais, assim como as quantidades necessárias.

- **Seiton** – Arrumação

A segunda etapa procura organizar, e colocar num lugar acessível, todos os objectos presentes no local de trabalho. Deverá ser definido o local de cada material, com o auxílio de marcas identificadoras e indicações claras. O local definido deve ter em conta a frequência de utilização identificada na etapa anterior. Eliminado o desperdício, com a separação e com a arrumação, será reduzido o tempo de procura das ferramentas e materiais, aumentando a produtividade dos processos.

- **Seiso** – Limpeza

Esta etapa baseia-se na limpeza e na manutenção da limpeza no local de trabalho. A limpeza e a inspecção dos materiais e dos equipamentos deverão ser diárias. Esta prática é importante, pois previne anomalias e torna o trabalho mais seguro, evitando os acidentes de trabalho.

- **Seiketsu** – Normalização

A quarta etapa defende a normalização dos procedimentos anteriores. É importante que se estabeleçam regras, instruções de procedimentos e sistemas de controlo para manter as práticas referidas nas etapas anteriores.

Poder-se-ão utilizar recursos visuais, tais como avisos de manutenção preventiva, sobre requisitos de limpeza, sinais de perigo e advertências, informações e instruções sobre o uso do equipamento e sobre os procedimentos de trabalho.

- **Shitsuke** – Disciplina

A última etapa tem como objectivo assegurar o cumprimento dos regulamentos desenvolvidos anteriormente. A limpeza e a ordem deverão ser um hábito diário de todos os operadores. É importante que haja inspecções periódicas para garantir o cumprimento das orientações estabelecidas.

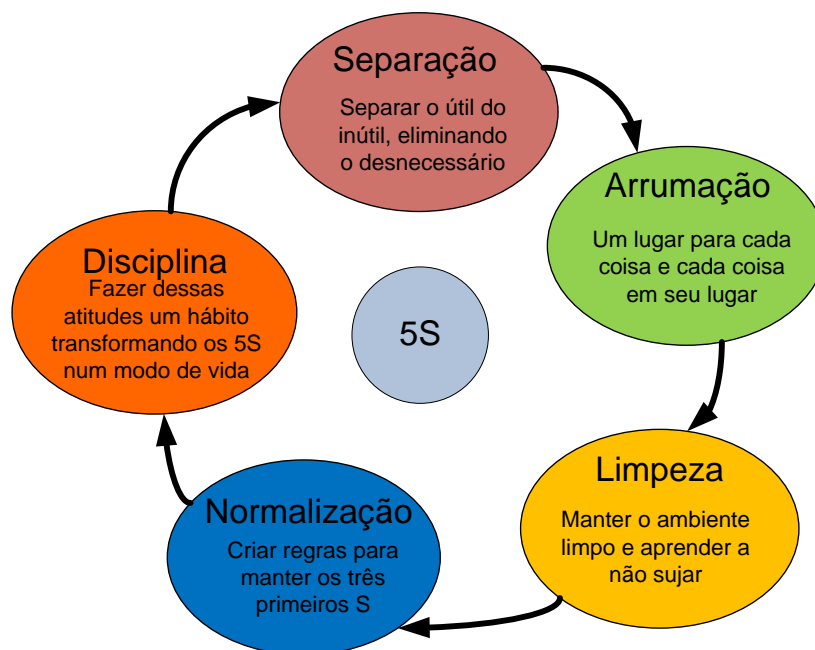


Figura 10 – Cinco etapas do método 5S

2.9 Conclusão

Com base nos princípios e métodos mencionados neste capítulo, pretende-se desenvolver uma proposta de intervenção com vista a uma futura implementação na empresa em análise neste trabalho.

Estas técnicas e outras aqui não mencionadas ajudaram a provocar a revolução da produção *Lean*. Contudo, se é verdade que as ferramentas e técnicas são importantes para operacionalizar a transformação de uma empresa, só por si não bastam. O sucesso de uma empresa na implementação destas ferramentas alicerça-se numa filosofia empresarial mais profunda baseada na compreensão e motivação das pessoas e com a consciência da necessidade de uma constante aprendizagem e melhoria contínua (Liker, 2004).

3 Descrição da Empresa e dos Processos de Produção

Neste capítulo efectua-se uma caracterização geral da empresa, especificando-se o tipo de clientes e de produtos/serviços. Para uma melhor compreensão e avaliação do processo de produção, descrevem-se os diversos processos da cadeia produtiva e o *layout* fabril.

3.1 Apresentação genérica da empresa

A empresa em estudo foi fundada há vinte anos com o intuito de fabricar sofás originais e de qualidade, sendo esta a sua imagem de marca.

Desde a data da sua formação, que a empresa tem procurado afirmar-se no mercado nacional e internacional, através da modernização dos seus procedimentos, equipamentos e na constituição de uma equipa experiente no sector, apostando cada vez mais na inovação e no *design*.

Nos últimos anos, a empresa tem reforçado a aposta na internacionalização, ao exportar para países como Espanha, Inglaterra, Suíça, Grécia, Noruega, Chipre, Arábia Saudita e Egipto, entre outros. Com uma presença habitual em quatro feiras do sector por ano (duas em Portugal – Porto e Lisboa – e duas em Espanha – Madrid e Valência), a empresa apresenta duas colecções por ano.

A empresa combina as suas actividades e recursos de forma a garantir o melhor produto/serviço para o seu cliente. Neste sentido, são considerados factores de diferenciação da empresa: o *design*, o conhecimento do produto e a flexibilidade (leque alargado de produtos).

3.2 Clientes

A empresa direcciona os seus produtos ao segmento médio-alto do mercado, disponibilizando a sua oferta a revendedores de móveis com a mesma estratégia de vendas. Apesar de não vender directamente a consumidores finais, tem presente o perfil dos mesmos na criação de novos modelos. O consumidor dos seus artigos apresenta as seguintes características:

- Faixa etária entre os 25 e os 45 anos;
- Classe média-alta e média-baixa;
- Aposta no *design*, inovação e qualidade dos produtos.

O consumidor final tem acesso a toda a oferta disponível através da consulta de catálogos fornecidos pela empresa aos seus revendedores, ou através do sítio da empresa na Internet.

Como actualmente os revendedores de mobiliário não compram para *stock*, estes colocam as encomendas com base nos pedidos que recebem do consumidor final. O prazo prometido pelo

revendedor é de cerca de 45 dias, prazo esse que é constituído por 30 dias (para entrega do artigo por parte do fabricante ao revendedor) mais 15 dias para entrega ao cliente final.

A empresa em estudo possui frota própria que utiliza para a distribuição dos produtos pelos seus revendedores. No entanto, o transporte de encomendas para fora da Península Ibérica é normalmente realizado pelos próprios revendedores. Quando o transporte fica a cargo da empresa fornecedora, este representará um custo acrescido para o cliente, negociado no momento da encomenda.

3.3 Produtos/Serviços

A empresa oferece aos seus clientes uma vasta gama de sofás e outros produtos estofados, bem como um conjunto de serviços de estofagem com vista à reparação e modificação de produtos do consumidor final.

Actualmente, detém e gere duas marcas, cada uma delas orientada para um segmento específico:

- Marca principal dirigida a um segmento médio-alto;
- Marca secundária orientada para um segmento médio-baixo.

Além dos produtos disponíveis nos catálogos de cada uma das marcas, a empresa também concebe e produz artigos segundo especificação do cliente. Esta capacidade é considerada um factor de diferenciação face aos seus concorrentes.

Sistematizando, a empresa dispõe da seguinte oferta:

- Produtos de catálogo, disponíveis em determinadas medidas e configurações;
- Produtos de catálogo com medidas especiais que não comprometam o resultado final do produto;
- Produtos segundo especificação do cliente;
- Serviços de estofagem com vista à substituição e à reparação de revestimento. Salienta-se que no Sistema de Informação (SI) da empresa, são incluídos neste grupo as reparações decorrentes de reclamações de clientes.

Destaca-se que qualquer produto pode ser disponibilizado com um revestimento em tecido ou em pele.

3.4 Famílias de Produtos

A empresa apresenta uma vasta gama de artigos, sendo possível agrupá-los em três famílias, conforme a Figura 11:

- **Sofás** (com e sem mecanismos);
- **Camas** (camas completas e cabeceiras);
- **Cadeiras** (cadeiras e cadeirões).

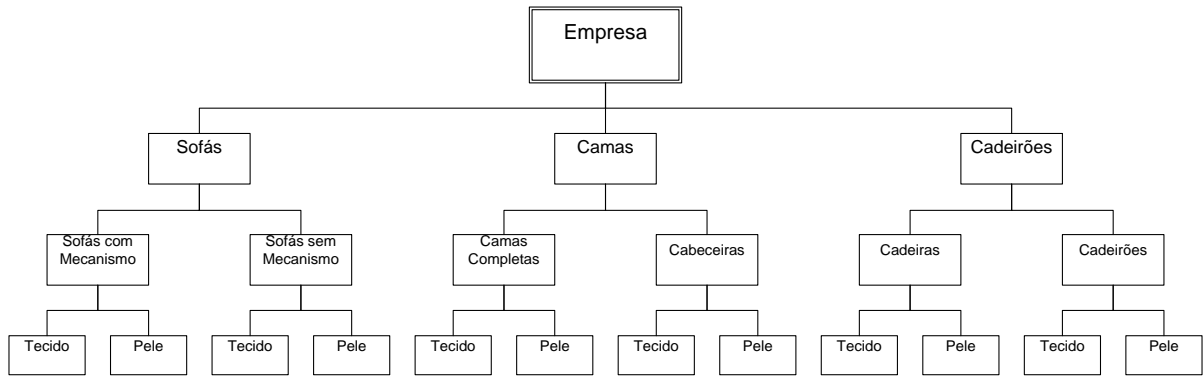


Figura 11 – Família de Produtos

3.5 Descrição do Sistema Produtivo

A cadeia dos processos produtivos principais está representada na Figura 12.

Cada cor indica as diferentes matérias-primas ou componentes utilizados nos respectivos processos. A cor verde representa a espuma, a amarela a espuma com fibra, a azul clara o fabrico de pequenos componentes, a laranja o tecido, a azul escura a madeira e a vermelha o casco já estofado.

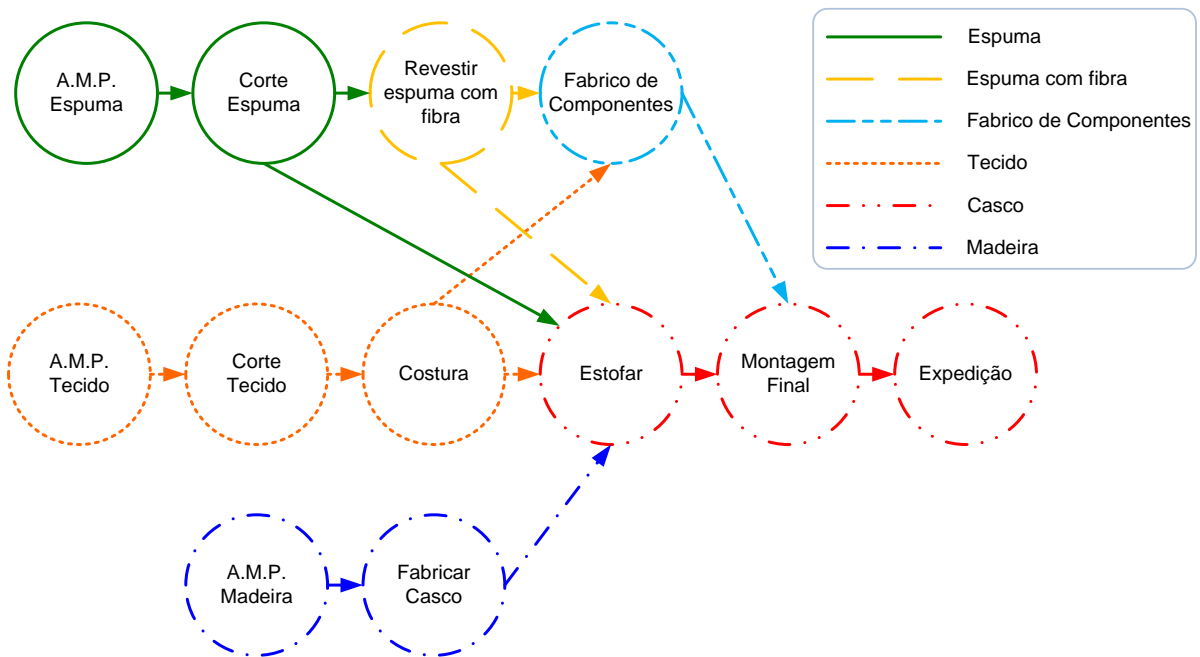


Figura 12 – Cadeia do Sistema Produtivo

Como se vê na Figura 12, o fluxo das diferentes matérias-primas inicia-se com a saída das mesmas dos respectivos armazéns (A.M.P.). A movimentação das matérias-primas/componentes ao longo do sistema produtivo é representado pelas setas.

Em termos produtivos, a empresa dispõe de cinco secções, onde se desenvolvem os diferentes processos produtivos: Carpintaria, Corte de Tecido, Costura, Corte de Espuma e Estofagem, todas elas devidamente equipadas com bancas de trabalho, máquinas e ferramentas de acordo com as actividades produtivas a que se destinam.

Por seu turno, a Figura 13 mostra a distribuição física das diferentes secções no *layout* da fábrica.

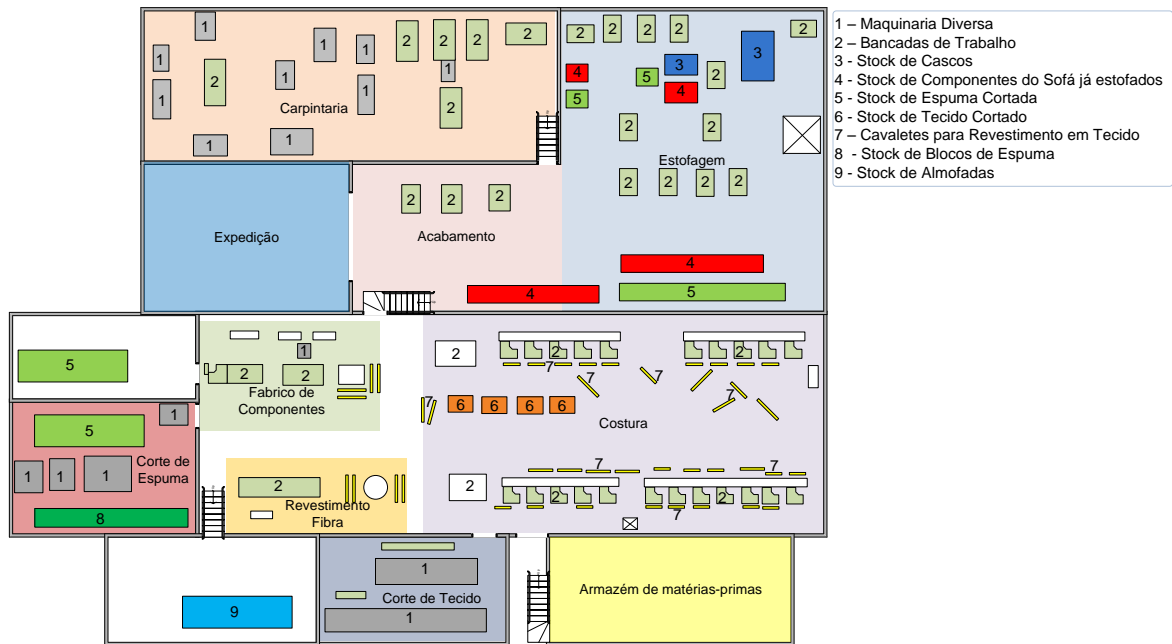


Figura 13 – Layout fabril da empresa

3.6 Descrição dos Processos Produtivos

Em seguida são descritos os processos produtivos que decorrem nas diferentes secções de produção.

- **Corte de Madeira**

O objectivo deste processo é cortar tábuas de madeira, MDF e platex, transformando-as em peças, de acordo com as necessidades de cada modelo.

O operador utiliza várias máquinas para o corte e preparação das peças, tais como a esquadrejadora, a plaina, o desengrosso, a calibradora, a multi-serra, a serra de fita, a tupa, a furadora, a máquina de corte grosso e a máquina CNC de madeira, entre outras.

- **Montagem do Casco**

O processo de montagem do casco tem como objectivo montar todas as partes do sofá especificado, com as diferentes peças de madeira.

Na montagem do casco são utilizados vários tipos de materiais e equipamentos, tais como pistolas de agrafos com diferentes tamanhos, martelo, fita métrica, esquadro, serra de fita, balde de cola, pincel e grampos, entre outros.

- **Cintagem**

A cintagem tem como objectivo colocar cintas elásticas em diferentes partes do casco, tais como o assento do sofá, de acordo com o modelo pretendido.

Este processo é realizado por um único operador, que utiliza uma estrutura com diferentes cilindros rotativos para esticar as cintas elásticas. Com o auxílio de um agrafador, prende as cintas ao casco, com o grau de elasticidade suficiente para não ficar muito folgado, nem esticado em demasia.

- **Corte de Tecido**

Este processo tem como finalidade o corte do tecido, que foi previamente preparado pelo fiel de armazém de acordo com o plano de carga.

O responsável pela máquina de corte de tecido recebe a matéria-prima enviada pelo fiel de armazém e coloca-a no local apropriado à espera de ser utilizada de acordo com a disponibilidade da máquina.

Logo que esta se encontre disponível, o operador introduz-lhe o rolo de tecido, estica-o por cima da bancada de trabalho e, sobre o mesmo coloca um plástico. A bancada de trabalho é constituída por uma superfície que efectua sucção sobre o tecido, por um tapete que o desliza pela bancada e ainda por uma máquina que se desloca matricialmente por cima do tecido, procedendo ao seu corte. O plástico utilizado tem como principal objectivo garantir o correcto funcionamento do processo de sucção do tecido, para que este seja cortado sem imperfeições.

Para dar início ao corte, o operador introduz então no computador o programa de corte para a referência definida no plano de carga. O programa contém a definição de todas as peças de tecido necessárias para o sofá que se pretendem cortar.

Quando se dá início ao processo, o tapete puxa o tecido, enquanto a superfície perfurada o mantém preso por vácuo, e o braço procede ao seu corte matricial. Após o corte do tecido, o operador coloca-o na respectiva caixa, cola-lhe uma etiqueta identificadora e encaminha-a para a secção de costura.

- **Costura**

O objectivo da secção de costura é unir as peças de tecido ou pele de revestimento, em conformidade com cada componente, produto e modelo.

A responsável pela costura recebe as peças cortadas na sua secção, transportadas pelos operadores da secção de corte e mediante o plano de produção, distribui o trabalho pelas catorze costureiras disponíveis. Estas fazem o *setup* da máquina de costura, iniciando o processo. As peças, depois de costuradas, passam por um subprocesso de pesponto, que é efectuado por outra costureira.

- **Pré-Corte de Espuma**

O pré-corte de espuma destina-se a cortar os blocos de espuma em outros mais pequenos com as medidas (comprimento e largura) do tipo das peças em fabrico. Esta secção tem duas máquinas que executam paralelamente o pré-corte, cada uma com o respectivo operador.

Os dois operadores colocam o bloco de espuma inteiro nas máquinas de pré-corte, uma vez que o mesmo pode ter um peso muito elevado.

- **Corte de Espuma**

O objectivo deste processo é cortar o bloco de espuma obtido no pré-corte nas várias peças, de acordo com o modelo de sofá em fabrico.

O responsável pela máquina de corte de espuma, coloca o bloco de espuma que foi cortado no processo anterior, na máquina de corte. A máquina está munida de um programa informático que possibilita o corte de todos os tipos de peças de espuma, necessárias aos diferentes modelos de sofás. Após selecção do programa respeitante ao

tipo de peças a cortar, a máquina dimensiona o tamanho do bloco e com base nesta informação indica o número de peças que poderão ser cortadas e o respectivo tempo de corte. O tempo médio que o operador demora a realizar o processo de corte de espuma é muito variável, dado que depende do tipo e do número de peças a cortar.

Para um melhor aproveitamento da matéria-prima, a empresa considera que cada bloco deverá ser sempre cortado em peças todas iguais, apesar de este procedimento conduzir à criação de stocks intermédios.

- **Revestimento de Fibra**

O processo de revestimento de fibra visa colocar a fibra nos componentes do produto que tenham de ser revestidos.

O operador, antes de iniciar o processo, desloca-se ao armazém para ir buscar as espumas destinadas ao revestimento e a respectiva fibra.

Depois de reunir todos os materiais, inicia então o processo: espalhando cola, por meio de uma pistola adequada para o efeito, sobre a espuma e revestindo-a com fibra.

Sempre que o operador pretende revestir outro componente do sofá desloca-se ao armazém para ir buscar as espumas e a fibra, demorando aproximadamente 1 minuto em cada saída do seu posto de trabalho.

Este processo envolve um operador e não existe qualquer máquina para apoio das suas funções. As ferramentas utilizadas são uma pistola de cola e tesoura.

- **Fabrico de Componentes**

Este processo destina-se ao fabrico de alguns componentes dos sofás, tais como almofadas decorativas, almofadas de encosto, cabeçotes, etc.

Inicialmente, o operador responsável pelo processo costura o forro do componente a fabricar. Para isso, o operador selecciona o forro pretendido, previamente cortado de acordo com o componente a ser fabricado e para dar início à costura do forro, prepara a máquina de costura, reabastecendo-a com linha e executa de seguida a operação.

Após a costura do forro, segue-se o enchimento dos mesmos com fibra ou espuma granulada. Esta operação é executada por dois operadores pelo facto de o manuseamento da máquina assim o exigir.

- **Revestimento de Componentes**

Este processo tem por finalidade proceder ao revestimento com tecido ou pele dos componentes dos sofás, referidos no processo de fabrico de componentes, sendo a capa dos componentes fornecida pelo processo da costura.

Nesta secção, trabalham dois operadores que, após realizado o processo, enviam os componentes para a zona de expedição.

- **Estofagem**

O objectivo deste processo é estofar o casco principal do sofá e os cascos dos seus vários componentes, ou seja, proceder à colocação dos forros, espumas e fibras nos referidos cascos.

Este processo poderá ser efectuado por mais do que um operador dado que o sofá é constituído por vários componentes.

Os operadores seleccionados poderão executar as tarefas em paralelo, uma vez que há dez bancadas de trabalho, todas elas equipadas com ferramentas necessárias à estofagem dos diferentes componentes. No final do processo, os operadores executam o revestimento com o tecido/pele, assegurando-se que não existe qualquer imperfeição.

- **Acabamento**

O processo de acabamento tem como finalidade a junção de todos componentes que fazem parte do produto final, incluindo os acessórios requeridos e a realização do teste de qualidade.

O operador coloca a estrutura principal do sofá já estofado em cima da mesa. Seguidamente aparafusa os vários componentes e acessórios, tais como os pés, encaixes, grades deslizantes e apoios. No final, o chefe da produção desloca-se à bancada de trabalho do operador e efectua o teste de qualidade ao sofá.

- **Embalamento**

O responsável pela expedição e um outro operador embalam todos os artigos que fazem parte de uma carga para expedir. Esta carga é recebida através do monta-cargas ou, em determinados casos, é directamente colocada no armazém de expedição.

3.7 Conclusão

Apesar da empresa estar em fase de expansão e apostar na qualidade dos produtos, no design inovador e na flexibilidade do produto, tem consciência de que existem no actual sistema produtivo inúmeras actividades de pouco ou nenhum valor acrescentado e que os custos delas decorrentes são elevados.

Para identificar as actividades sem valor acrescentado com vista à sua eliminação, foi necessário conhecer a empresa e recolher dados acerca do seu funcionamento. Isto possibilita a passagem à fase de identificação dos problemas específicos, com o objectivo de estudar e propor as soluções adequadas para implementar um sistema de produção *Lean*.

4 Diagnóstico da Empresa

Para análise e diagnóstico dos problemas existentes no sistema de produção foi utilizada a ferramenta *VSM*. Os dados foram obtidos por observação dos processos produtivos complementada com o contacto directo com os operadores, para melhor compreensão dos problemas. Este procedimento, também conhecido com *Genchi Genbutsu*, termo japonês que significa ver por si mesmo para compreender completamente a situação, foi o utilizado porque só assim é possível actuar sobre as verdadeiras causas dos problemas e tomar decisões com base em factos (Linker, 2005).

4.1 Construção do diagrama VSM - Situação actual

Para a construção do VSM identificou-se em primeiro lugar o produto de maior relevância na produção recorrendo a uma análise ABC.

A análise ABC foi realizada com base nas quantidades vendidas nos últimos seis meses, entre Novembro de 2008 e Abril de 2009. Não foi possível realizar a análise com base em valores, uma vez que o Sistema de Informação não disponibiliza esse dado.

A Figura 14 mostra o gráfico resultante da análise ABC realizada com base nas quantidades vendidas, cujo eixo das ordenadas representa a percentagem da quantidade vendida acumulada e o eixo das abcissas as referências dos artigos vendidos.

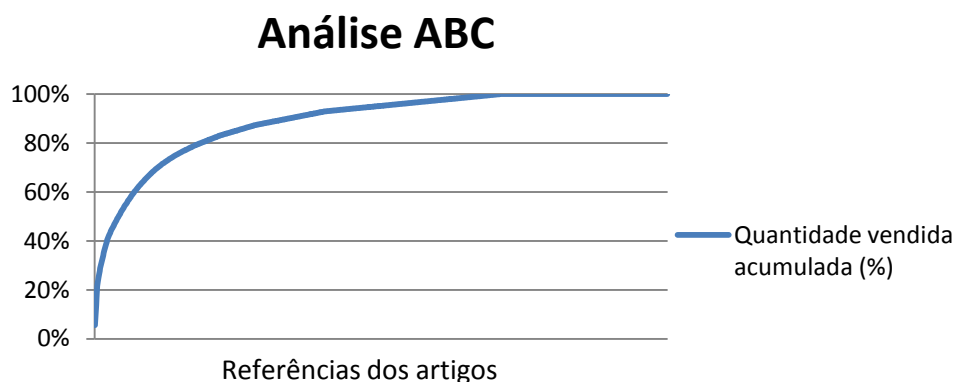


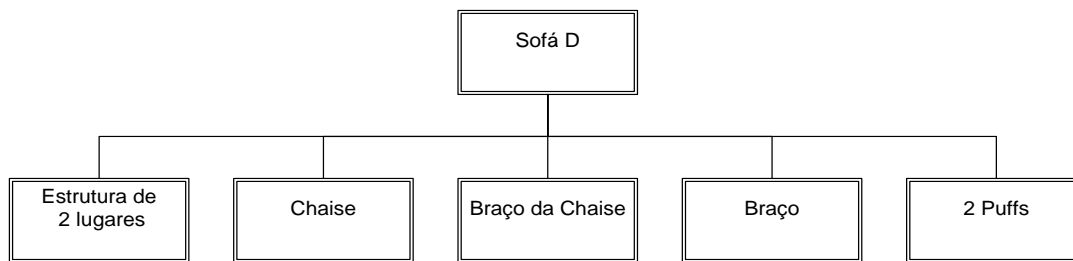
Figura 14 – Curva da Análise ABC

Na Tabela 1, estão registadas as quantidades vendidas de nove dos 980 produtos, correspondentes a 27,62% da quantidade vendida acumulada representada na curva da análise ABC.

Tabela 1 – Quantidades vendidas entre Nov. 2008 e Abr. 2009

Referência	Descrição	11/08	12/08	01/09	02/09	03/09	04/09	TOTAL
Sofá A	2 Lugares Tecido	0	0	30	33	74	98	235
Sofá B	3 Lugares Tecido	0	0	0	0	89	92	181
Sofá C	3 Lugares Tecido	0	0	0	0	31	141	172
Sofá D	2 Lugares Tecido	13	3	6	17	34	57	130
Cadeira E	Tecido	36	10	18	10	22	4	100
Sofá F	3 Lugares Pele	11	10	18	13	17	8	77
Cadeira G	Pele	12	22	12	13	0	0	59
Cadeira H	Tecido	7	5	1	20	21	0	54
Sofá I	2 Lugares Pele	10	10	6	15	8	4	53

Após análise da tabela e do gráfico, e considerando também a previsão de vendas, concluí-se portanto que o sofá A é o mais significativo porque apresenta o maior número de vendas. No entanto, não foi possível efectuar o estudo deste artigo, uma vez que não se encontrava em produção na semana determinada para o efeito. Em alternativa, escolheu-se para o estudo o sofá D, dado que é um sofá muito semelhante ao sofá A. Estes dois sofás apresentam estruturas quase idênticas e os mesmos componentes. A Figura 15 apresenta os componentes constituintes do sofá D.

**Figura 15** – Componentes do sofá D

Após a escolha do produto de estudo, elaborou-se o diagrama VSM, sendo necessário a recolha dos seguintes dados:

- Tempo de atravessamento de cada processo (*throughput time*)
- Número de operadores em cada processo
- Stock intermédio entre processos
- Frequência de encomenda das matérias-primas
- Frequência de encomendas dos clientes
- Número de turnos (1 turno) e respectiva carga horária (475 min/dia)
- *Takt Time*

O *takt time* foi calculado pela seguinte fórmula²:

$$takt\ time = \frac{(475 \times 22)}{22} = 475\ min/pe\c{c}a$$

A Figura 16 representa o fluxo principal do *VSM*, em que a matéria-prima principal é o tecido.

O planeamento da produção envia uma ordem de fabrico, de acordo com um plano de carga, para cada secção produtiva, numa janela temporal de uma semana. Cada secção, a partir desta ordem de fabrico, processa os componentes de acordo com os modelos requeridos do produto acabado, ao seu próprio ritmo e segundo a sua própria programação. Com este tipo de gestão o que se verifica é que há uma total dessincronização entre os processos, com elevados stocks intermédios espalhados, por falta de local previamente definido o que causa grandes perdas de tempo à procura dos materiais.

As caixas à esquerda representam os fornecedores: de madeira, de tecido, de pele, de espuma e de diversos acessórios. A empresa faz encomendas diárias aos diversos fornecedores e recebe mercadorias todos os dias. Junto às caixas dos fornecedores está representado o transporte das mercadorias fornecidas à empresa.

O armazém de tecido (representado por um triângulo) recebe semanalmente um plano de fabrico, proveniente do planeamento da produção, com a informação da matéria-prima necessária para efectuar o fabrico dos produtos. A matéria-prima (tecido) é encaminhada para o processo de corte segundo as necessidades do mesmo, tratando-se de um movimento puxado.

É igualmente possível visualizar todos os processos de transformação da matéria-prima ao longo do fluxo principal. Entre cada processo estão representadas setas que significam que cada um empurra o seu resultado para o processo seguinte, gerando stocks intermédios. Estes estão representados no diagrama por triângulos. Após o processo de embalamento, o produto segue para expedição. A secção da expedição recebe semanalmente um plano de carga com a informação necessária para efectuar a expedição das mercadorias. Este transporte é representado por uma seta em círculo, tratando-se de um movimento puxado dado que é entregue ao cliente segundo uma data e uma ordem do mesmo.

Por fim a mercadoria final é entregue aos clientes, representados nas caixas desenhadas à direita no diagrama. Estes por sua vez enviam encomendas diárias à empresa, facto igualmente representado no diagrama.

Na parte inferior do diagrama, está representada uma linha temporal, descrevendo o tempo que o produto leva a percorrer a produção. O resultado da soma do tempo de atravessamento de cada processo (*throughput time*) é o valor acrescentado (448 minutos), ou seja, o tempo realmente necessário para produzir um sofá D. No entanto, o tempo total de produção do sofá D é de 8 dias (*lead time*), devido aos stocks intermédios entre os processos.

Para além do fluxo correspondente ao tecido, existem outros fluxos, tais como o fluxo do fabrico do casco, do corte de espuma e do fabrico de pequenos componentes, representados na

² O valor 22 no denominador representa a média mensal dos sofás vendidos, no período entre Novembro de 2008 e Abril de 2009. O produto 475 x 22 representa o tempo útil que os operadores têm disponível para o fabrico dos sofás num mês, em que 475 minutos é a carga horária diária e 22 é o número médio mensal de dias úteis.

Figura 17. Contudo, para simplificar a análise *VSM*, estes fluxos podem ser desprezados sem que daí resulte erro significativo de análise, uma vez que não só apresentam *lead time* muito inferiores ao fluxo principal, como também é o processo da costura, incluído nesse fluxo principal, que constitui o engarrafamento (*Bottleneck*) da cadeia produtiva, por ser o que apresenta um tempo de atravessamento mais longo, como consta na Figura 17.

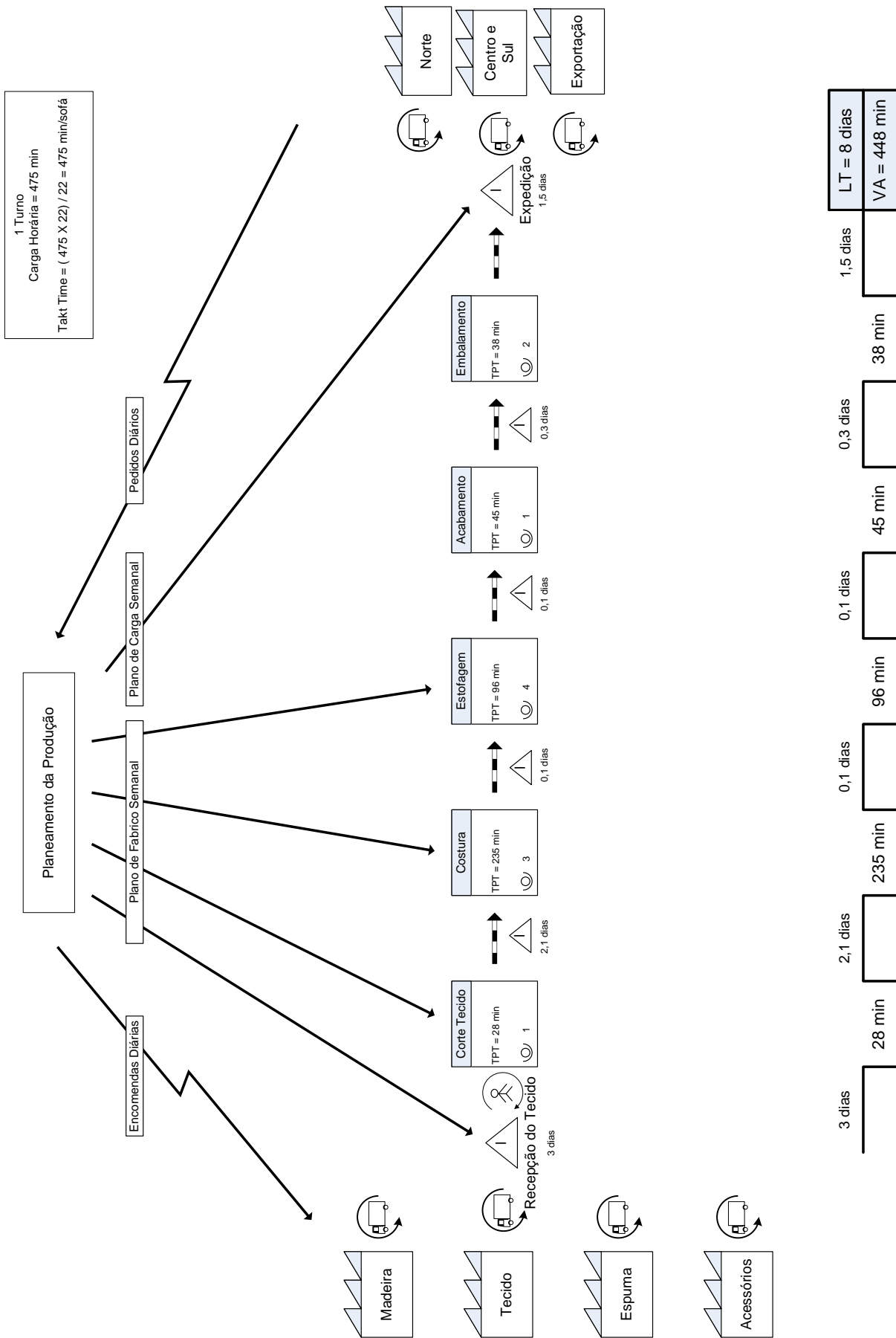


Figura 16 - VSM – Fluxo Principal (situação actual)

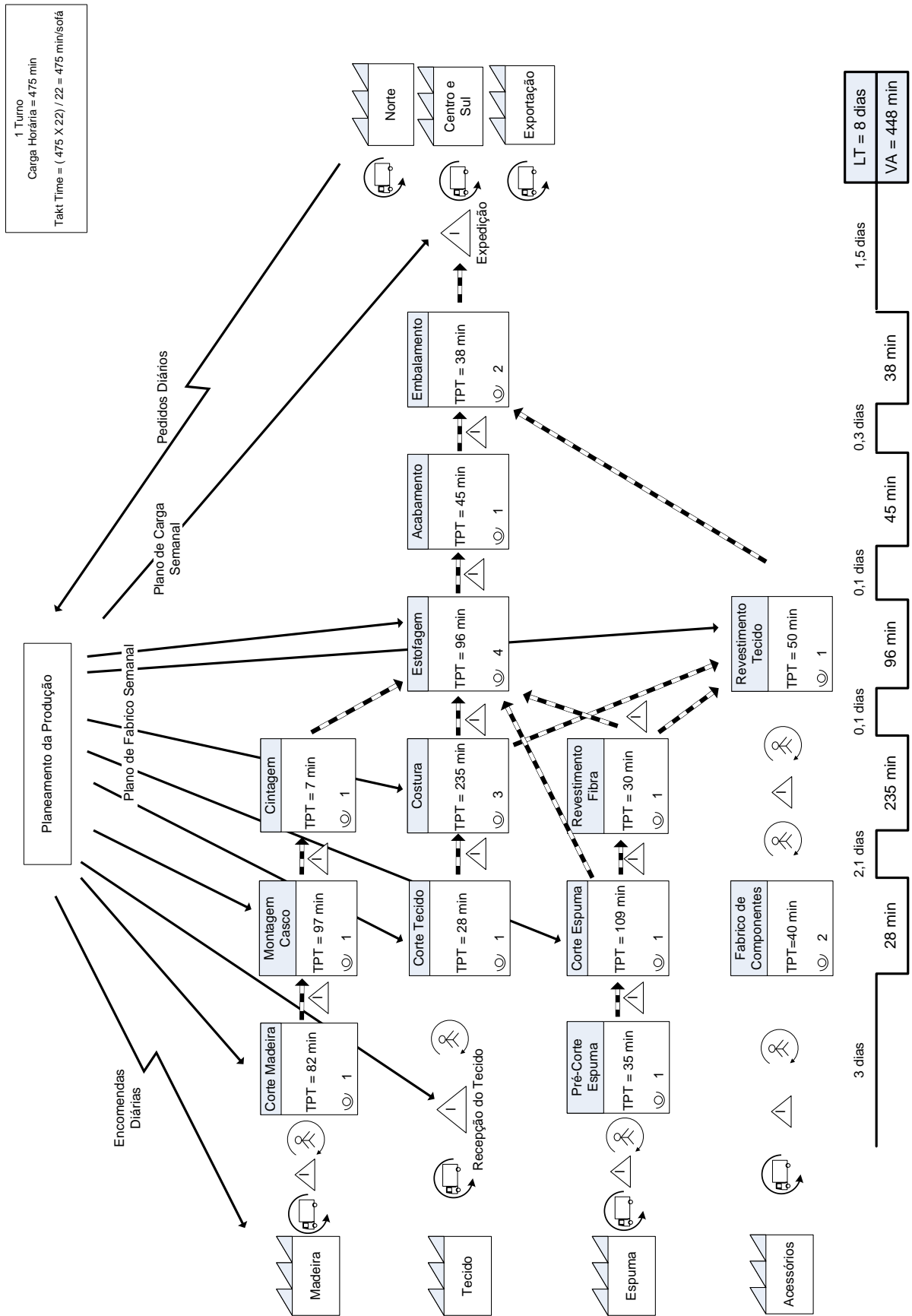


Figura 17 – VSM com todos os fluxos da empresa (situação actual)

4.2 Construção do diagrama VSD - Situação Futura

Tendo em conta os resultados da análise efectuada no *VSM*, construiu-se o diagrama *VSD*, representado na Figura 18, com a finalidade de visualizar a situação futura pretendida para o sistema produtivo da empresa.

Como se trata de uma empresa com alta variedade de produtos e modelos de cada produto, podendo alguns modelos ser fabricados apenas uma vez por ano, optou-se pela criação de um sistema de produção puxado sequencial. Assim, o primeiro processo da cadeia produtiva (processo de corte) receberá diariamente um plano de fabrico, que contem a informação dos produtos a fabricar, bem como a sequência de fabrico.

O processo considerado determinante para o ritmo da produção será o processo de estofagem (*pacemaker*). Esta escolha assentou no facto deste processo constituir o ponto de confluência de vários outros processos, além de haver um fluxo mais contínuo a jusante do mesmo.

Como é possível visualizar no *VSD*, propõe-se criação de dois supermercados, que se situarão entre os processos de corte e costura e entre os processos de costura e estofagem. À medida que os artigos forem sendo retirados dos supermercados, será enviado um sinal visual para repor o stock, sinal este designado como um *kanban* sinalização.

Entre os processos a jusante do processo de estofagem serão criados pequenos stocks intermédios, não sendo possível a criação de uma passadeira FIFO, uma vez que os processos de estofagem e de acabamento trabalham *Job Shop*. Estes stocks intermédios serão dimensionados de modo que sempre que um produto for retirado do stock, o processo anterior reponha o espaço vazio com um novo artigo.

Após o processo de embalagem os artigos são enviados para a expedição, que recebe diariamente um plano de carga e os expede em conformidade.

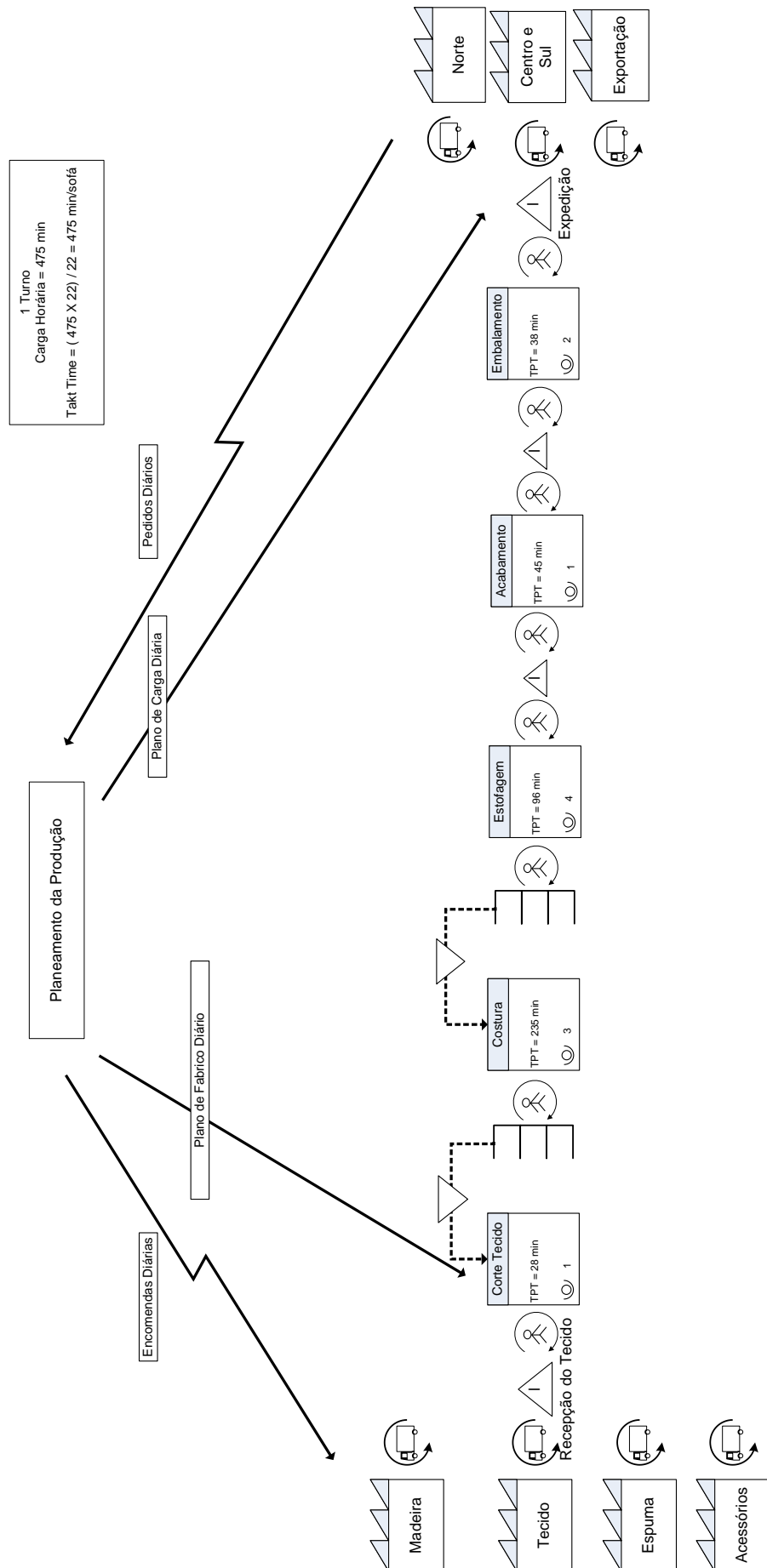


Figura 18 – VSD (situação futura)

4.3 Conclusão

A ferramenta *Value Stream Mapping* permitiu visualizar todas as etapas envolvidas no sistema de produção, facilitando a sua compreensão. Através do diagrama *VSM* determinou-se o *lead time* e o valor acrescentado, concluindo-se que apesar de um sofá D demorar 448 minutos (aproximadamente um dia) a ser produzido, permanece na linha de produção durante 8 dias.

Esta ferramenta permitiu igualmente visualizar o sistema como um todo, identificar os fluxos dos materiais e de informação, facilitar o desenvolvimento do diagrama *VSD* com base nos princípios *lean* e implementar estes princípios em todo o sistema produtivo, evitando a adopção apenas em alguns processos. Deste modo, optou-se por um sistema puxado sequencial com base nestes princípios.

Não foi possível determinar o *lead time* na situação futura, mas prevê-se uma redução de pelo menos um dia e meio. Esta redução está associada à diminuição do stock intermédio entre os processos de corte e de costura.

5 Soluções propostas para o Sistema Produtivo

5.1 Aplicação do Sistema Puxado

Como foi referido na revisão bibliográfica, num sistema puxado sequencial a programação da produção é fornecida ao primeiro processo, mas este processo só terá permissão para produzir se o processo seguinte autorizar. Como ficou dito no capítulo anterior, o processo que irá puxar a produção e marcar o respectivo ritmo será o processo de estofagem.

As ordens de fabrico enviadas pelo planeamento ao processo de corte deverão indicar a sequência de fabrico dos modelos e ser acompanhadas por uma ficha de fabrico, ilustrada na Figura 19, na qual conste o nome do produto a ser fabricado, a referência, quantidade, data de fabrico, eventuais observações e um código de barras que identifique o produto. Cada ficha de fabrico deverá ser acompanhada por um conjunto de etiquetas (Figura 20), que serão coladas nos vários componentes do produto, desde o processo de corte de tecido até ao embalamento do produto final, identificando-os ao longo da cadeia produtiva.


Empresa de Estofos, LDA	
Número	Data
PE090049	18-Mai
Encomenda	EN83639
Referência	P00527
Produto	Sofá D
Quantidade	2
Código	
Observações	

Figura 19 – Ficha de Fabrico

Empresa de Estofos, LDA				
Número	Data	Encomenda	Referência	Produto
PE090049	18-Mai	EN83639	P00527	Sofá D

Figura 20 – Etiqueta de Identificação

Como não há equilíbrio relativamente aos tempos de atravessamento dos artigos em cada processo produtivo, será necessária a criação de *buffers* entre os processos de corte e costura e entre os processos de costura e estofagem, que serão geridos de acordo com o conceito de

supermercado. Os *buffers* terão um tamanho de dez artigos, número que corresponde em média, a meio dia de produção, definido com base na média das quantidades diárias produzidas. Este tamanho dos *buffers* é uma solução de compromisso entre o que se afigura adequado para uma produção deste tipo e a dimensão da empresa.

O supermercado entre o processo de corte e o processo de costura (supermercado do corte) será constituído por uma estante que poderá conter no máximo dez artigos (dez caixas) e no mínimo três. A estante será regulada através de um quadro de controlo, que está representado na Figura 21. No quadro existe uma régua colorida numerada de um a dez, correspondendo cada número a um espaço na estante. As cores verde e vermelho, indicam os limiares superiores e inferiores do supermercado. Abaixo da régua há uma calha, com suportes que deslizam ao longo da mesma, onde é possível colocar a ficha de cada produto. Assim que é retirado um produto do supermercado, a ficha correspondente é retirada do quadro e movimentam-se as restantes fichas da direita para a esquerda (Figura 22). Os espaços vazios que sucessivamente vão sendo criados no supermercado serão novamente preenchidos pelo processo de corte, sempre acompanhados da respectiva ficha que será colocada no quadro (Figura 23).

O supermercado entre o processo de costura e o processo de estofagem será delineado no chão, delimitando-se espaços, onde serão colocados cavaletes com o tecido provenientes da costura. Este supermercado (supermercado da costura) terá igualmente a capacidade máxima de dez e mínima de três artigos e será gerido por um quadro idêntico ao referido anteriormente.

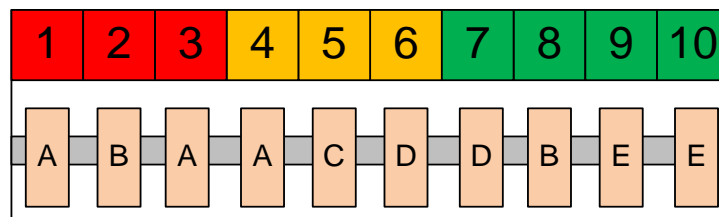


Figura 21 – Quadro de controlo de supermercados (posição 1)

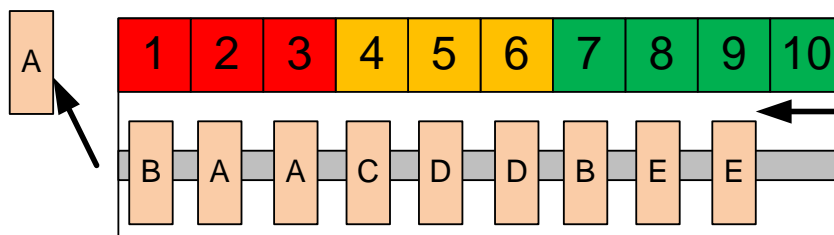


Figura 22 – Quadro de controlo de supermercados (posição 2)

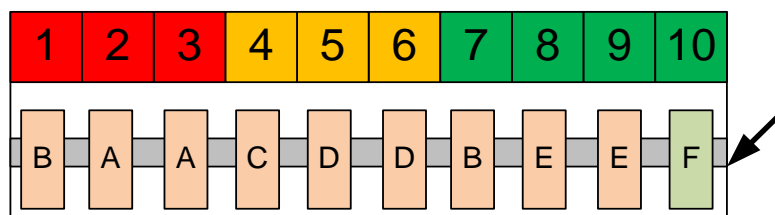


Figura 23 – Quadro de controlo de supermercados (posição 3)

Para iniciar a produção na cadeia produtiva, o responsável pelo processo de corte de tecido recebe diariamente as ordens de fabrico, acompanhadas das etiquetas identificadoras e o

respectivo tecido a utilizar no fabrico dos estofos. Este executa o corte, de acordo com a programação e põe o tecido cortado e a respectiva etiqueta numa caixa, que é colocada na estante. As restantes etiquetas são anexadas à ficha de fabrico e dispostas no quadro já referido.

A responsável da costura recolhe os artigos do supermercado e a ficha de fabrico correspondente e regista o início do fabrico de cada artigo no sistema de informação, através da leitura do código de barras da ficha de fabrico. Após o registo, entrega o artigo à costureira que irá executar o processo. A recolha dos artigos no supermercado deverá por princípio respeitar o FIFO, podendo no entanto ocorrer excepções, uma vez que há costureiras especializadas em determinados produtos. No caso de não estar disponível a costureira especializada para execução do artigo seguinte, a costureira responsável da secção poderá saltar a sequência, mas no entanto terá de executar o artigo em suspenso logo que haja disponibilidade de alguma das referidas costureiras.

Após a finalização do processo, a chefe da costura cola a etiqueta identificadora ao tecido já costurado, coloca-o num cavalete e leva-o para o supermercado da costura acompanhado da respectiva ficha de fabrico.

O fluxo da madeira entre os processos de corte da madeira e montagem do casco terá constituição em tudo idêntica ao fluxo do tecido entre os processos de corte e de costura, sendo também necessária a criação de um supermercado (supermercado do casco) que irá servir a estofagem.

A secção de espuma continua a receber a programação semanalmente, dado que o operador tem de otimizar o corte dos blocos de espuma, para evitar o desperdício de matéria-prima, tendo no entanto que abastecer os processos subsequentes de acordo com as necessidades diárias.

No fluxo de acessórios a jusante do processo de fabrico de componentes e a montante do processo de revestimento de componentes, existe um stock permanente de componentes diversos não revestidos. Quando a secção de costura envia a capa dos componentes para o processo de revestimento de componentes, as operadoras efectuam-no, sendo os componentes revestidos enviados directamente para o embalamento. Enquanto isto o processo de fabrico de componentes procede à fabricação de novos componentes para reposição de stock.

Na secção de estofagem, existe um stock de espumas e de espumas com fibra, alimentado por um operador dedicado ao abastecimento das matérias e componentes processados aos processos produtivos (*Milk Run*). O *Milk Run* abastece cada um dos postos dos operadores desta secção com os artigos do supermercado da costura e do supermercado do casco. É de salientar que em todos os componentes deve sempre constar a etiqueta de identificação do artigo.

Após a estofagem dos vários componentes de cada produto, o operador *Milk Run* recolhe os mesmos e deposita-os num espaço definido para o efeito junto ao processo de acabamento. Assim que o conjunto de componente esteja completo é colocado um cone de sinalização, exemplificado na Figura 24, como indicativo de que o processo de acabamento poderá executar o produto. Uma vez processado o acabamento, o produto é encaminhado para o processo de embalamento e de seguida é expedido.



Figura 24 – Cone de Sinalização

5.2 Abastecimento de matérias-primas e componentes (*Milk Run*)

A fim de se obter uma maior organização e melhor interligação entre os processos da cadeia produtiva, é sugerida a aplicação do método *Milk Run*.

A operação de abastecimento de matérias-primas e componentes é desempenhada por um operador da fábrica, que para além de abastecer os postos de trabalho com matéria-prima e componentes, remove embalagens vazias, recolhe e distribui informação.

Foram determinadas as rotas de movimentação do operador *Milk Run* dentro da fábrica, só sendo possível a determinação da frequência com que o mesmo (*Milk Run*) se deslocará a cada posto de trabalho durante a fase da implementação.

A **Figura 25** representa o *layout* da fábrica com as rotas de abastecimento de matérias-primas e componentes. Foram propostas três rotas de distribuição, uma para o abastecimento de pequenos acessórios e linhas, outra para o abastecimento de espuma e fibra e uma terceira para abastecimento de componentes à estofagem, acabamento e embalagem.

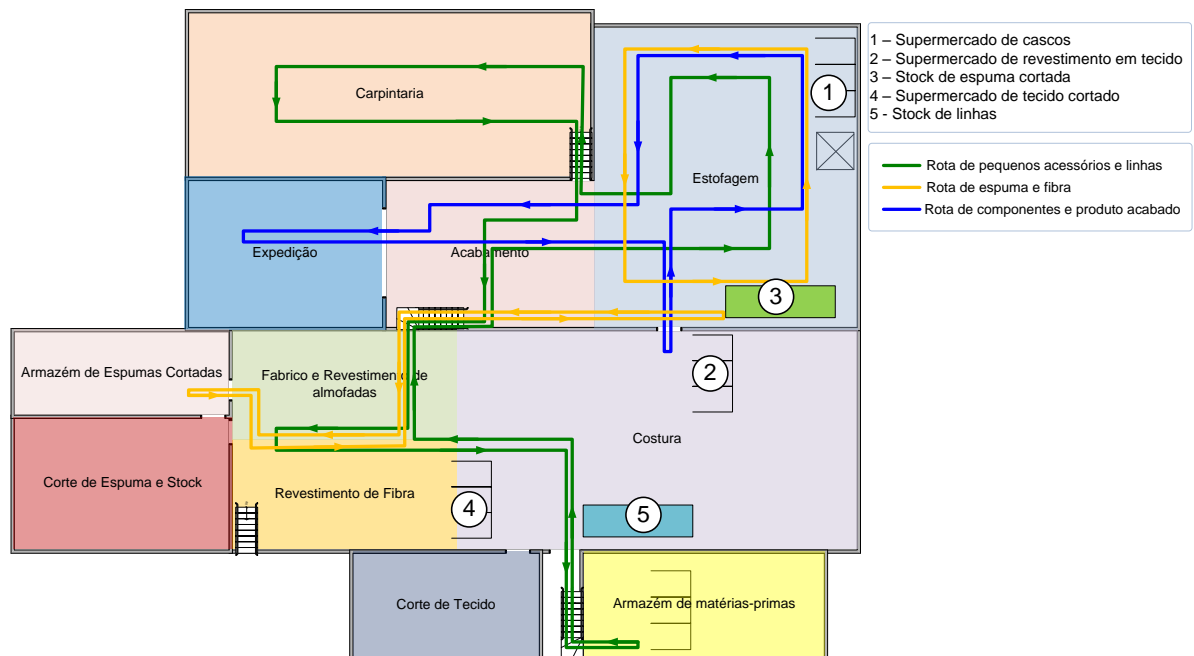


Figura 25 – *Layout* da fábrica com as rotas de abastecimento

Rota Verde

Esta será a rota de abastecimento de toda a matéria-prima que seja de pequeno porte, isto é, pequenos acessórios utilizados no fabrico dos produtos.

A rota verde será composta por duas fases. Na fase inicial, o operador recolhe a informação das necessidades dos processos de produção, enquanto que, na segunda fase, reabastece os postos de trabalho com a matéria-prima, seguindo o sentido indicado na Figura 25. Conforme as matérias-primas, a recolha de informação e o abastecimento serão efectuados da seguinte forma:

- **Linhas de Costura** – haverá um stock de linhas de costura junto aos postos de costura. O sinal de necessidade de abastecimento de linhas será dado pela chefe de costura.
- **Parafusos, agrafos e mecanismos** – funcionarão em sistema de duas caixas. Isto é, cada posto de trabalho dos processos de estofagem, carpintaria e acabamento irá possuir duas caixas standard de cada material, devidamente identificadas. Quando uma destas caixas estiver vazia será entregue ao operador *milk run* que a reabastecerá no armazém.
- **Cola** – cada posto de trabalho dos processos de estofagem, carpintaria, acabamento e revestimento de fibra será abastecido com dois recipientes de cola e assim que um recipiente acabar, será dado um sinal ao operador *milk run* para substituição.

Rota Amarela

Nesta rota, a secção de estofagem será abastecida com stock de espuma e fibra. O operador *milk run* recolhe a informação das necessidades de espuma através das fichas de fabrico que estão dispostas no supermercado da costura. A fim de satisfazer as necessidades detectadas recolhe peças de espuma do armazém de espuma cortada, abastece o processo de revestimento de fibra com as quantidades requeridas e em seguida alimenta o stock situado na secção de estofagem, não só com as peças de espuma cortada provenientes do armazém assim como com as de espuma já revestida com fibra entretanto recolhidas no processo de revestimento de fibra.

Além disto, ainda procede à distribuição pelos diversos postos de trabalho do processo de estofagem das peças de espumas cortadas e revestidas com fibra existentes no stock de estofagem.

Rota Azul

O operador vai ser responsável por abastecer os postos de estofagem com o casco vindo da carpintaria e o tecido proveniente da costura, que estão localizados nos respectivos supermercados. Recolhe a informação das necessidades dos postos, através das fichas de fabrico e transporta os artigos e correspondentes fichas para os postos referidos. Nesta mesma rota, o operador *milk run* é incumbido de recolher em cada posto de estofagem os componentes já concluídos, transportá-los para a secção de acabamento e recolher os produtos já acabados para a expedição.

5.3 Método 5S e a Criação de um Ambiente de Qualidade

Introduzir programas de qualidade passou a ser a estratégia de muitas empresas na busca da diferenciação, ou seja, agregar valor aos produtos através da sua qualidade, a fim de obter vantagens competitivas.

Para implementar este método foram propostas as seguintes linhas de orientação:

- Formação de uma equipa, de três a cinco pessoas de áreas diferentes, sendo uma delas pertencente à administração. Todos os elementos da equipa deverão ter disponibilidade para orientar, esclarecer dúvidas e acompanhar o processo.
- Estabelecimento de um plano de orientação, das actividades a desenvolver e atribuição de responsabilidade pelas tarefas e prazos a cumprir.
- Levantamento da situação actual em todas as áreas, em especial onde se detectem maiores necessidades de melhoria. Com base nas fotografias e na observação directa das diversas áreas, a equipa deverá reunir-se para encontrar soluções correctivas, levando em conta o contributo de cada um dos seus membros, especialmente daqueles que pertencem à área.
- Sensibilização a todos os operadores e colaboradores da empresa. Neste sentido, a equipa deverá efectuar reuniões de motivação e de informação dos objectivos e futuros benefícios do trabalho.
- Desenvolvimento da implementação das soluções correctivas aprovadas nas diferentes áreas de trabalho, com definição das pessoas envolvidas e respectivas responsabilidades.
- Acompanhamento por parte da equipa às áreas intervencionadas para registo das melhorias, resultados, mudanças e dos reajustamentos eventualmente necessários.

Seguidamente, descrevem-se os procedimentos a seguir para implementar cada uma das etapas dos 5S.

Seiri – Separação

Inicialmente, deverá proceder-se à classificação de todo o material presente nos postos de trabalho, separando o que é necessário do desnecessário. O material reconhecido como desnecessário, será identificado com uma etiqueta vermelha. Esta etiqueta indicará a categoria do objecto (matéria-prima, ferramenta, produto acabado, etc.), o nome e número de identificação, a quantidade ou valor do material, o motivo pelo qual está a ser eliminado (não é necessário, quantidade excessiva, utilização desconhecida, defeituoso, etc.) e o método de eliminação (lixo, devolução, colocação noutra área, etc.). O material depois de etiquetado deverá permanecer por um tempo determinado num local previamente definido, para que se possa confirmar se efectivamente não tem nenhuma outra utilidade e só depois será definitivamente eliminado.

Depois de identificados os diferentes materiais necessários, deverá ser determinada a quantidade adequada para cada um, avaliada a frequência de utilização dos mesmos e de acordo com esta, dispostos segundo o procedimento seguinte.

Seiton – Arrumação

Nesta fase deverá arrumar-se de forma consistente tudo aquilo que é preciso. É necessário saber arrumar para facilitar o acesso e a reposição dos materiais ou ferramentas. De uma forma geral, esta etapa significa: “dispor os recursos de uma forma sistemática, que permita o rápido acesso a eles”. Arrumar é ordenar, sistematizar e classificar. É definir locais apropriados e escolher a localização de cada artigo, dispondo-os de modo a facilitar o seu uso e manuseamento, assim como minimizar o número e amplitude de movimentos do utilizador. O local de cada artigo deverá ter em conta a frequência de utilização identificada na etapa anterior e ser definido com o auxílio de linhas que delimitem a silhueta dos objectos.

É importante utilizar as mais diversas formas de comunicação para permitir que a organização do trabalho seja compreendida por todos, inclusivamente por aqueles que não estão directamente afectos à área intervencionada. É necessário padronizar, criar referências visuais, marcando o lugar de cada coisa, de forma inconfundível.

Em suma, dever-se-á definir um lugar para cada coisa, guardar objectos semelhantes no mesmo lugar, sinalizar os locais com sinalética adequada, expor visualmente os pontos críticos (perigo, alta tensão, tóxico, etc.) e manter as coisas no devido lugar.

Deverá elaborar-se ainda um mapa 5S que esboce as áreas intervencionadas, onde se determinam os locais apropriados dos equipamentos e matérias-primas utilizadas em cada área.

Em seguida, apresenta-se um mapa para cada área de fabrico onde estão definidos locais de processamento e manuseamento do produto em fabrico e de armazenamento de matérias-primas, através de linhas delimitadoras desenhadas no chão.

Estofagem

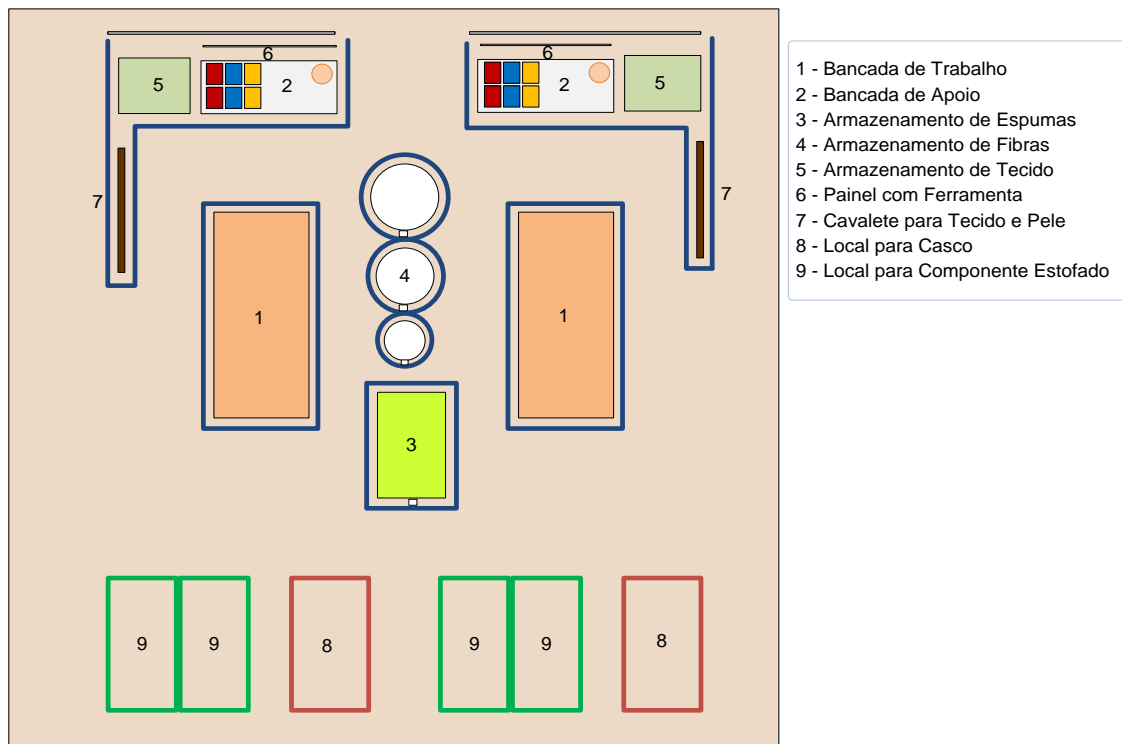


Figura 26 – Mapa 5S de dois postos de estofagem

A Figura 26 ilustra o mapa 5S de dois postos de trabalho da secção de estofagem, na qual os contornos azuis representam linhas desenhadas no chão que delimitam os espaços ocupados pelas bancadas de trabalho, matérias-primas e ferramentas de trabalho. As áreas delineadas a verde representam os locais onde devem ser colocados os componentes antes de serem processados, enquanto que as áreas delineadas a vermelho representam os espaços onde devem ser colocados os componentes depois de serem trabalhados. Neste caso concreto da secção de estofagem, os cascos devem ser colocados nos espaços representados pelo número 8 e os componentes estofados devem ser depositados na área indicada pelo número 9.

As áreas de armazenamento de espuma e fibra, representadas por 3 e 4 deverão estar sempre dentro dos respectivos contornos e destinam-se a abastecer os dois postos de trabalho, cuja bancada de trabalho está representada por 1.

Os cavaletes, identificados por 7, destinam-se ao armazenamento das coberturas de tecido e pele, enquanto que as caixas representadas por 5 servem para o armazenamento de retalhos de tecido usado na estofagem dos produtos.

Os painéis, ilustrados por 6, onde ficarão dispostas as ferramentas serão fixados na parede na proximidade das bancadas de apoio ao processo de estofagem, que estão representadas por 2. Nestas deverão existir três pares de caixas de armazenagem dos acessórios utilizados na estofagem (parafusos, agramos e mecanismos), coloridas de vermelho, azul e amarelo para facilitar o trabalho do operador.

A Figura 27 representa o mapa 5S de toda a secção de estofagem, apresentando a nova disposição dos postos de trabalho. Os contornos amarelos definem os corredores de circulação para os operadores e demais funcionários.

O supermercado de cascos, representado por 1, abastecerá as diversas áreas de estofagem, identificadas por 3. A área onde é executado o processo de cintagem do casco, está referenciada por 2 e o stock de espumas que abastece o processo de estofagem, está ilustrada por 4.

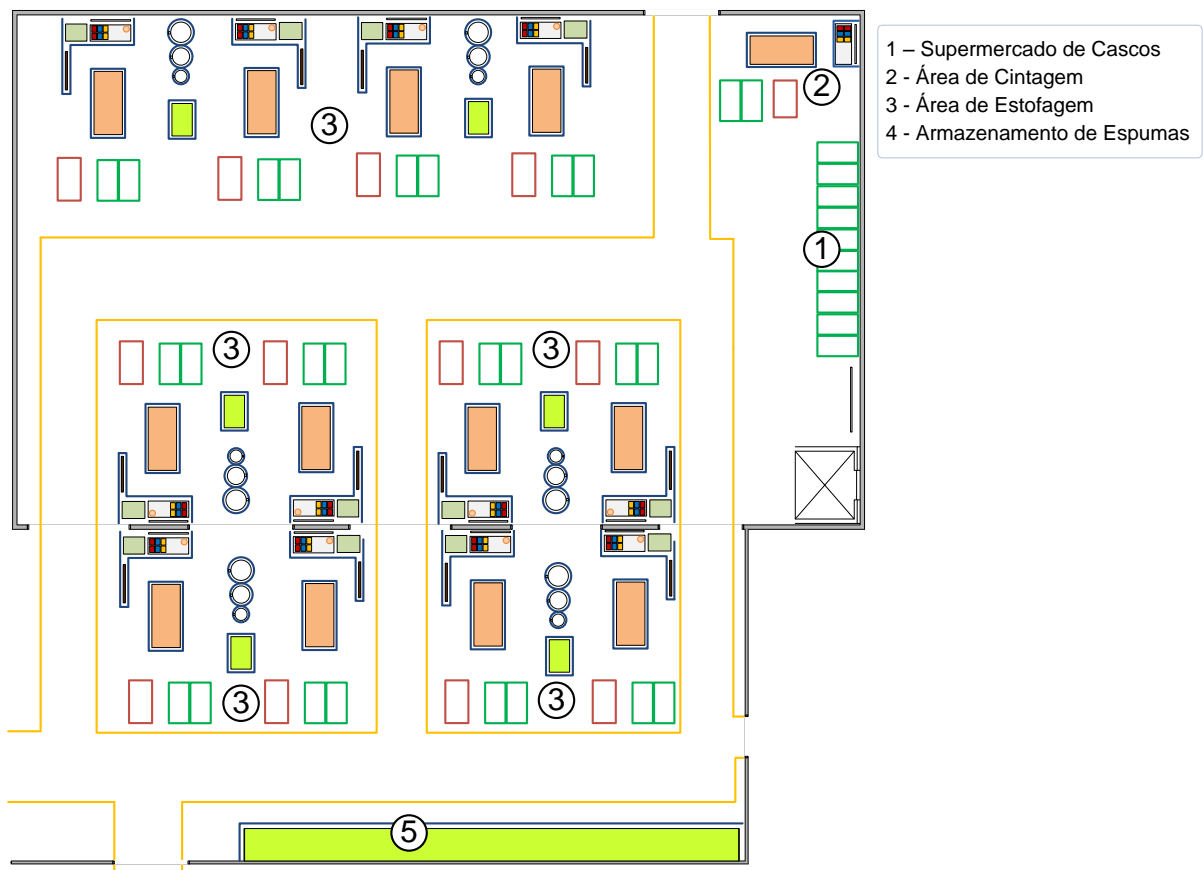


Figura 27 – Mapa 5S da Secção de Estofagem

Acabamento

Por seu turno, o mapa 5S da área de acabamento está ilustrado na Figura 28. Como se pode ver, o espaço dos postos de acabamento estará organizado de um modo muito semelhante aos postos de estofagem. As ferramentas estarão dispostas em painéis e os pequenos acessórios utilizados no processo de acabamento estarão organizados por caixas nas bancadas de apoio. As áreas delineadas a verde representam os locais onde devem ser colocados os vários componentes de cada produto antes da montagem final e as linhas a vermelho representam as

áreas onde deve ser disposto o produto acabado antes de seguir para o processo de embalagem.

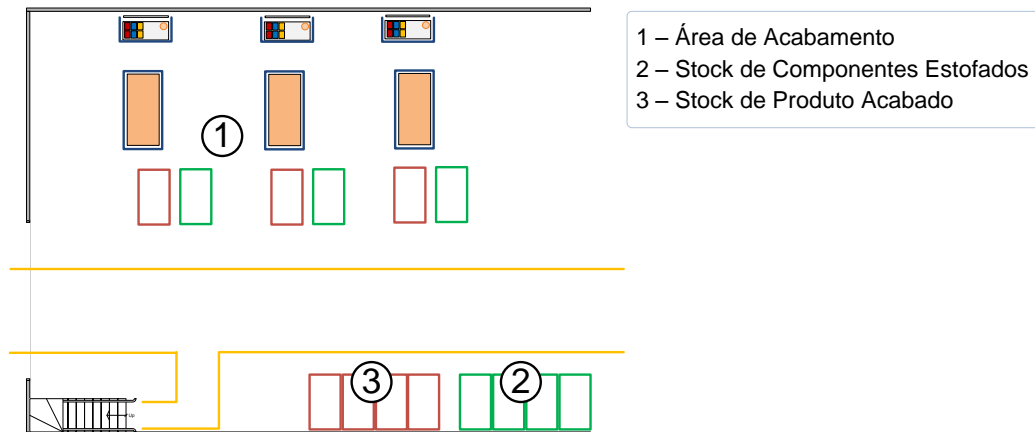


Figura 28 – Mapa 5S da Área de Acabamento

Costura

A Figura 29 representa o mapa 5S da secção de costura. No layout actual desta secção, há um único corredor central, onde são colocados o stock de tecido cortado e o stock de revestimento em tecido (tecido já costurado). Em alternativa a esta disposição, propõe-se criar três corredores de circulação. No corredor central, a chefe da costura abastece os cavaletes com o tecido a ser costurado, proveniente do supermercado de tecido (3). Nos corredores laterais, são recolhidos os revestimentos em tecido e pele após o que são colocados no respectivo supermercado (2).

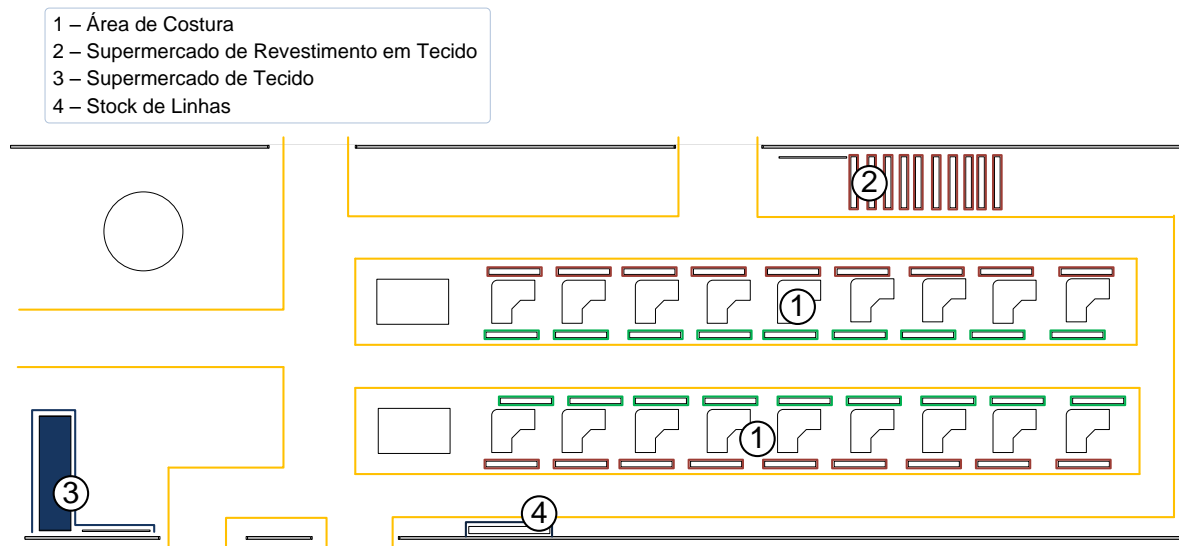


Figura 29 – Mapa 5S da Secção de Costura

Fabrico de componentes, Revestimento com tecido e Revestimento com Fibra

O mapa representado na Figura 30 inclui três processos: processo de fabrico de componentes (1), de revestimento com tecido (2) e de revestimento com fibra (4). À semelhança de outros postos de trabalho referidos anteriormente, as bancadas e a máquina de apoio ao revestimento com tecido (3) estarão delimitadas no chão por contornos azuis. O posto de revestimento com fibra terá igualmente um local definido para colocar a espuma antes de ser revestida (7) e outro para colocar a espuma já revestida com fibra (8). A fibra a utilizar no processo será armazenada em local próprio (6) e as bancadas de apoio (5) estão organizadas de um modo

similar às das secções de acabamento e estofagem com os três pares de caixas de cores distintas para arrumação de acessórios e com o respectivo painel de ferramentas instalado na proximidade.

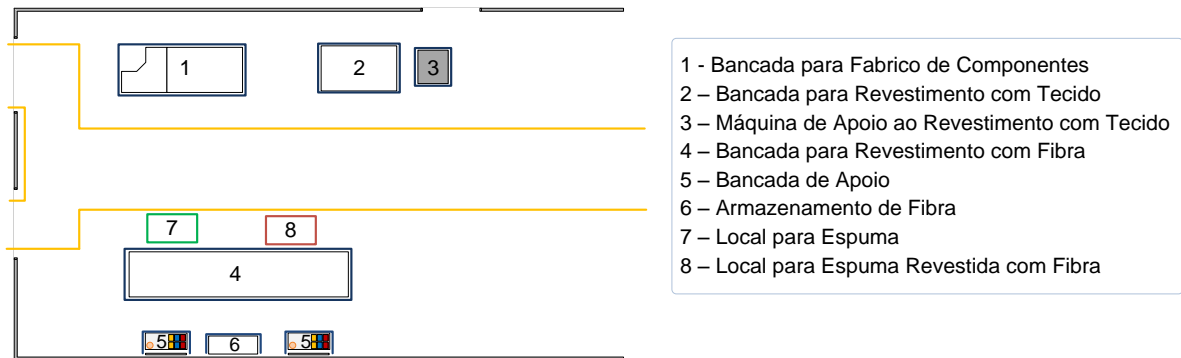


Figura 30 – Mapa 5S dos postos de fabrico de componentes e de revestimento com fibra e com tecido Carpintaria

A Figura 31 representa a disposição de dois postos de montagem do casco situados na secção de carpintaria. A bancada de apoio (2) é mais comprida comparativamente às bancadas de apoio de estofagem, de acabamento e de revestimento com fibra. Esta tem uma delimitação a verde (4) para colocação das peças de madeira cortada destinadas à execução do processo de montagem do casco. Depois de montado, o casco deverá ser colocado na zona de contorno vermelho (5). A serra de fita (6) encontra-se posicionada entre os dois postos, dado que é uma máquina frequentemente utilizada por ambos na execução deste processo.

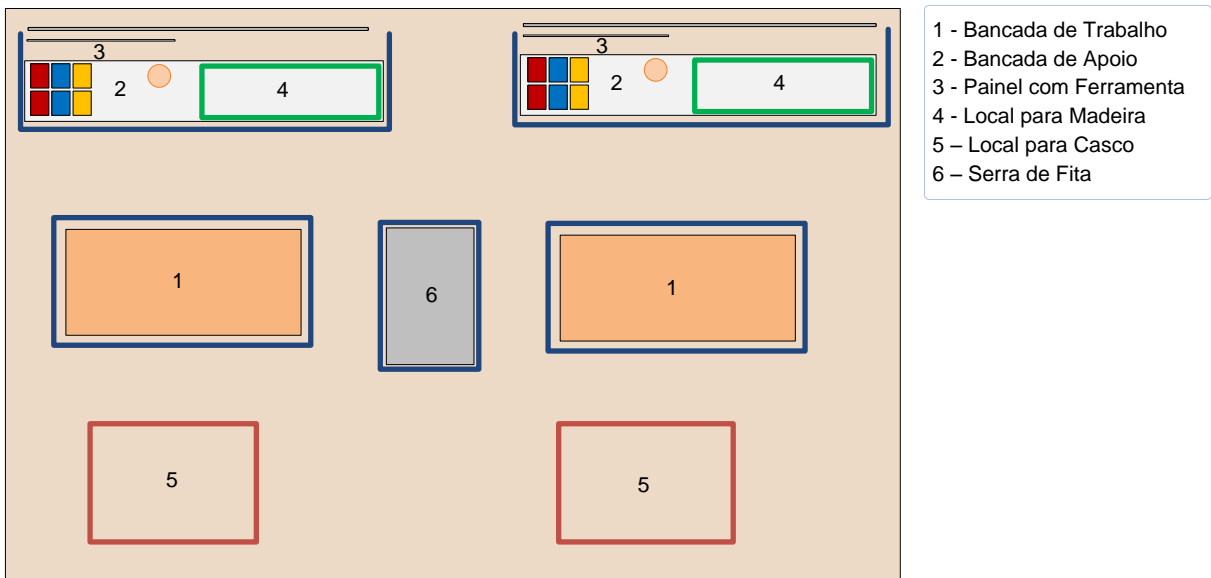


Figura 31 – Mapa 5S para dois postos de montagem do casco

Actualmente, as diversas máquinas utilizadas no corte da madeira e as bancadas de trabalho estão dispersas de modo algo desordenado pela secção de carpintaria. Por isso o mapa apresentado na Figura 32 propõe uma nova disposição do layout desta secção, com cinco áreas distintas, três exclusivamente reservadas às máquinas utilizadas no corte da madeira (2) e duas para a montagem do casco (1). As duas áreas reservadas à montagem do casco incluem três serras de fita instaladas junto às respectivas bancadas de trabalho. Tal como nas restantes secções, os corredores de passagem serão igualmente delimitados por contornos amarelos.

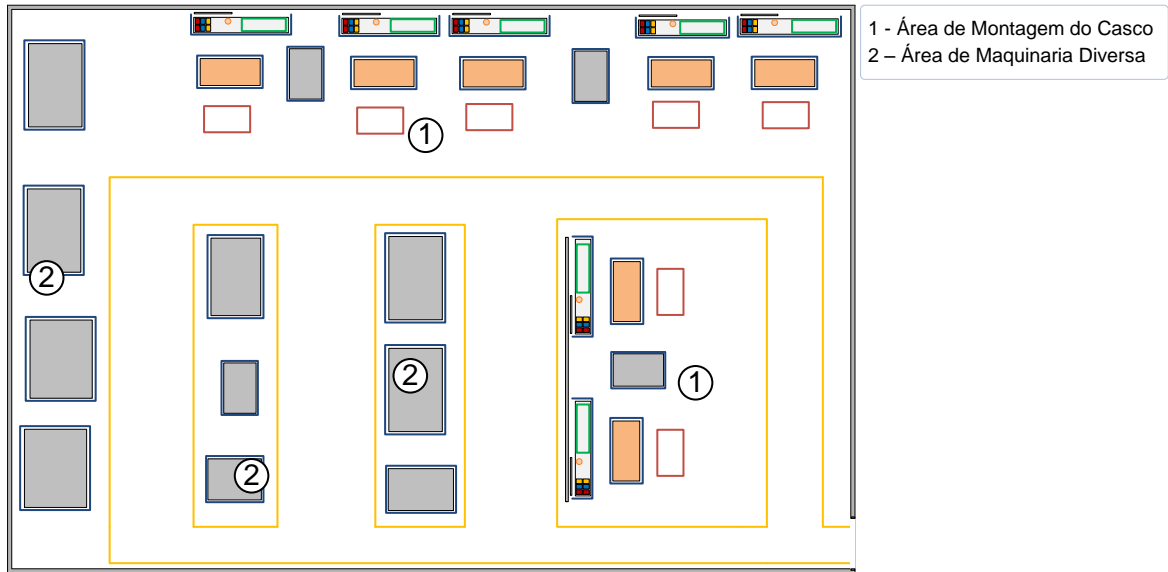


Figura 32 – Mapa 5S da Secção de Carpintaria

Seiso – Limpeza

Esta etapa consiste em limpar e manter limpo o local de trabalho, fazendo da limpeza um hábito da rotina diária. É garantir um ambiente não agressivo e livre de agentes poluidores. Significa, por conseguinte, criar condições favoráveis à saúde física e mental.

Um local de trabalho limpo proporciona melhor bem-estar e contribui para a prevenção dos acidentes de trabalho.

Seiketsu – Normalização

A quarta etapa consiste na normalização dos procedimentos anteriores. É importante que se estabeleçam regras, instruções de procedimento e sistemas de controlo para manter as práticas referidas nas etapas anteriores.

Poder-se-ão por exemplo utilizar recursos visuais, acerca da manutenção preventiva, sobre requisitos de limpeza, sinais de perigo e advertências, informações e instruções sobre o uso do equipamento e sobre o procedimento de trabalho. A definição das normas sempre que possível deverá ser efectuada com a participação envolvente das pessoas da organização.

Shitsuke – Disciplina

Com esta quinta etapa pretende-se garantir o cumprimento das normas e regulamentos aprovados e postos a vigorar nas etapas anteriores, sem o que todo o trabalho desenvolvido cairia pela base. Contudo, muito para além de uma lógica meramente punitiva, cabe nesta etapa o desenvolvimento de mecanismos motivacionais que incentivem o cumprimento das regras estabelecidas, se possível, de um modo tendencialmente instintivo.

Apesar disto, é indispensável implementar inspecções periódicas para verificar o cumprimento das orientações estabelecidas, assim como estabelecer um regime de penalidades para os eventuais incumpridores.

5.4 Conclusões

Neste capítulo procedeu-se à apresentação de soluções que foram projectadas a partir do diagrama *VSD*. Todavia, estas soluções construídas com base nos vários métodos referidos são complementares entre si, pelo que o resultado final pretendido poderá sair prejudicado se alguma delas não for implementada com sucesso.

Com a implementação do sistema puxado espera-se uma maior sincronização entre os processos, uma diminuição do *lead time*, uma maior fluidez dos artigos entre os processos, um maior controlo e uma maior visibilidade dos processos em toda a cadeia produtiva e um modo eficaz de detecção e correcção de falhas. Em suma, este sistema vai permitir uma melhor organização e controlo do sistema produtivo no seu todo.

Com o recurso ao *Milk Run* pretendeu-se, entre outras coisas, implementar um método mais organizado de abastecimento de matérias-primas e componentes aos postos de trabalho, contribuir para uma circulação mais fluida de artigos e conseguir uma maior permanência dos operadores nos respectivos postos de trabalho, sem desperdício de tempo à procura dos materiais necessários à sua actividade com a subsequente redução no tempo de execução dos processos produtivos.

Alguns dos objectivos das soluções baseadas no método 5S são não só a redução de desperdício de materiais através da adequação das quantidades necessárias aos vários processos produtivos, como também uma maior rapidez na execução dos processos, por meio de uma disposição mais organizada e de um mais fácil acesso às ferramentas e materiais afectos a cada posto de trabalho. Pretende-se igualmente a redução de acidentes e a melhoria das condições de trabalho, decorrentes de uma maior organização e limpeza dos postos de trabalho. Cumulativamente, desperta-se uma maior atenção para a manutenção preventiva dos equipamentos com os consequentes benefícios a nível da diminuição das interrupções por avaria.

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O principal objectivo desta dissertação consistiu em apresentar um projecto de implementação de um Sistema de Produção *Lean* numa empresa de estofos. Fundamentou-se nos princípios teóricos de algumas ferramentas e métodos de *Lean Manufacturing*, tendo em vista uma futura implementação na empresa.

Para que a prossecução dos objectivos não fosse num futuro próximo inviabilizada por exigir investimentos avultados, adoptaram-se soluções simples, de baixo custo e fácil implementação.

Durante o levantamento detalhado da situação actual da empresa e da sua organização interna, identificaram-se desperdícios ao longo do sistema produtivo, constituídos designadamente por períodos de inactividade oculta e stocks elevados intermédios entre os processos da cadeia produtiva.

Com o auxílio da ferramenta *VSM* foram identificadas as perdas e respectivas origens, tendo-se procurado soluções com vista a melhorar a organização e sincronização entre os vários processos do sistema produtivo. A escolha desta ferramenta justifica-se por se tratar de um instrumento que auxilia a visualização de todos os processos produtivos de uma forma integrada em vez da tradicional visão processo a processo. Esta abordagem, sob uma perspectiva global, apresenta a vantagem de evidenciar de forma clara os fluxos dos materiais e os fluxos da informação, assim como a relação entre ambos.

Após a construção do *VSM* e respectiva análise, com base nos princípios *Lean* passou-se à construção do *VSD*, preconizando o desenvolvimento de um sistema de produção puxada sequencial. A escolha deste sistema fundamenta-se no facto de se tratar de uma empresa com uma produção muito diversificada de produtos personalizados.

Para implementar o sistema puxado sequencial foram propostas várias acções, tais como a criação de supermercados geridos através de kanbans visuais, bem como outros métodos de gestão visual, destinados a facilitar a actividade dos operadores e a atingir uma visualização mais fácil e detalhada de todos os processos ao longo do sistema produtivo.

Adicionalmente, foi proposta a implementação do método *Milk Run* consubstanciado na criação de rotas de abastecimento de materiais e componentes, com o qual se quis melhorar a alimentação dos postos de trabalho com matérias-primas e componentes, e agilizar o trânsito de artigos entre os diversos processos produtivos. Consequentemente, este método mantém os níveis de stocks intermédios baixos e reduz o tempo de execução dos vários processos, através da maior permanência dos operadores nos seus postos de trabalho, sem perda de tempo na obtenção dos materiais necessários à execução das suas tarefas.

Foram ainda propostas algumas soluções no âmbito do método 5S, que é no essencial um método destinado à criação de ambientes de trabalho organizados, funcionais e seguros. Com

a adopção das soluções baseadas no método 5S pretendeu-se reduzir o desperdício de materiais em cada processo produtivo, assim como aumentar a rapidez dos processos, organizando melhor a disposição das ferramentas e materiais de cada posto de trabalho. Ambiciona-se igualmente melhorar as condições de trabalho e reduzir os acidentes laborais, através da limpeza e da organização dos postos de trabalho, o que conseqüentemente conduz a uma maior atenção à manutenção preventiva dos equipamentos, minimizando as interrupções imprevistas.

Em síntese, os resultados que se desejam para a empresa em estudo são uma melhor organização e controlo do sistema produtivo, com processos mais sincronizados e uma diminuição do *lead time*, com o abastecimento mais fluido dos processos. Pretende-se igualmente uma melhoria global da qualidade, com procedimentos devidamente tipificados e uma redução geral de stocks, com áreas da fábrica mais limpas e desocupadas, como também um modo mais eficaz de detecção e correcção de falhas, com redução dos custos de produção e sobretudo uma resposta mais célere e atempada às solicitações do mercado.

Importa no entanto ter em conta que as várias soluções preconizadas estão interligadas entre si e como tal, o fracasso na implementação de alguma delas pode por em risco o resultado final pretendido.

Em termos operacionais, é de prever que durante a fase de implementação possam ocorrer desvios e sejam necessários reajustes de percurso. É natural que ocorra resistência à mudança por parte dos operadores, uma vez que não é fácil abandonar hábitos antigos. No sentido de contestar esta situação, deverão ser realizadas acções de formação a todos os funcionários da empresa. Também se espera uma cooperação e um envolvimento sem reservas da administração da empresa, que deverá conceder um maior grau de autonomia aos trabalhadores, motivando-os a contribuírem com sugestões, a participarem nas melhorias e, sobretudo, a sentirem-se parte dos resultados.

Referências

- Davis, M., Aquilano, N., Chase, R. (1999), “Fundamentos da Administração da Produção”, Bookman, São Paulo.
- Hirano, H. (1995), “5 Pillars of the Visual Workplace”, Productivity Press, New York.
- Horbal, R., Kagan, R., Koch, T. (2008), “Lean Business System and Beyond”, Tomasz Koch, ed., Springer, Boston.
- Liker, J. (2004), “O Modelo Toyota”, Bookman, São Paulo.
- Liker, J., Meier, D. (2006), “The Toyota Way Fieldbook”, McGraw-Hill, New York.
- Liker, J., Meier, D. (2007), “O Talento Toyota”, Bookman, São Paulo.
- Ohno, T. (1997), “O Sistema Toyota de Produção”, Bookman, São Paulo.
- Pizzol, W., Maestrelli, N. (2004), “Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos”, 5 de Novembro de 2004, último acesso: Junho de 2009, http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0107_0622.pdf.
- Rother, M., Shook J. (1998), “Learning to See”, The Lean Enterprise Institute, Brookline.
- Womack, J., Jones, D. (2003), “Lean Thinking”, Simon & Schuster, Sydney.