



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

Aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping* numa empresa do ramo automóvel

Sandrine Vieira da Costa Cunha

Projeto apresentado à Escola Superior de Ciências Empresariais para a obtenção do Grau
de Mestre em Logística

Valença, Novembro de 2020

ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS EMPRESARIAIS
Instituto Politécnico de Viana do Castelo

Aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping* numa empresa do
ramo automóvel

Sandrine Vieira da Costa Cunha

Projeto apresentado à Escola Superior de Ciências Empresariais para a obtenção do Grau
de Mestre em Logística

Orientadores Internos: Doutora Ângela Silva e Doutora Helena Sofia Rodrigues

Orientador Externo: Cristina Reis

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a toda a minha família, especialmente ao meu marido e ao meu filho que me ajudaram muito neste percurso e sempre me deram apoio para não desistir.

Os meus agradecimentos vão também para as minhas orientadoras da ESCE que sempre ouviram os meus desabaços, quando as coisas não estavam a correr tão bem e me deram ânimo para continuar.

Agradeço também à minha orientadora da empresa que se mostrou sempre prestável para me ajudar e esclarecer as minhas dúvidas. Agradeço ao diretor dos recursos humanos, D. Pedro Silva, que permitiu que fizesse o projeto em empresa.

Um especial agradecimento aos meus colegas de equipa deste projeto, que além de me ajudarem no desenvolvimento deste projeto, foram sempre prestáveis para me explicarem os diferentes processos da empresa.

Não posso esquecer de agradecer também ao meu colega João Luís, que neste momento trabalha diretamente comigo e que, com os seus vastos conhecimentos da produção, me ajudou a perceber todo o processo produtivo da fábrica.

Resumo

Este projeto desenvolvido no âmbito do Mestrado em Logística (APNOR) teve como objetivo analisar a cadeia de valor da empresa através da aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping*.

Este projeto foi desenvolvido em ambiente empresarial, numa organização do setor automóvel. Sendo uma empresa que tem como objetivo principal acompanhar o mercado competitivo que se vive nos dias de hoje, esta procura sempre aumentar a produtividade e aumentar o valor do seu produto para com o cliente. Nesta perspetiva tem sido uma empresa que procura constantemente promover uma Filosofia *Lean*, aplicando todas as ferramentas possíveis com o objetivo de aumentar a produtividade através da eliminação dos desperdícios.

A ferramenta selecionada para implementar neste projeto foi o *Value Stream Mapping*, com o intuito de, através de um desenho do mapa do estado atual de todos os processos desta empresa, conseguir identificar os desperdícios e propor melhorias que permitam reduzir ou eliminar os desperdícios encontrados.

Com a aplicação desta ferramenta, através de um trabalho participativo e em equipa, foi possível identificar 11 pontos de melhoria e para cada um foi sugerida uma proposta de ação, mas nem todas puderam ser implementadas. Durante o desenvolvimento do projeto foram implementadas 4 propostas de melhorias, tendo como resultado a redução do inventário, dos tempos de espera e movimentos desnecessários e uma redução no *lead time* de 8,72 para 6,15 dias que terá impacto direto na produtividade e competitividade da empresa.

Palavras-Chave: Filosofia *Lean*, *Value Stream Mapping*, desperdícios, linhas de produção, abastecimento.

Abstract

The main objective of this project developed in the context of the Master's degree on Logistics (APNOR) is to analyze the company's value chain through the application of the lean tool, Value Stream mapping.

This project was developed in a business environment in an automotive company.

Being a company, whose main objective is to keep up with the competitive market that we live today, it always seeks to increase productivity and increase the value of its product to the customer. In this perspective, it's a company that constantly search to promote a Lean Philosophy, applying all possible tools in order to increase productivity by eliminating waste. The selected tool to implement in this project was the Value Stream Mapping, with the intention of drawing a map of the current status of all processes of this company, to be able to identify the waste and propose improvements that allow to reduce or eliminate the wastes found. With the application of this tool, through participatory and teamwork, it was possible to identify 11 points for improvement and for each one an action proposal was suggested, but not all could be implemented. During the project development, 4 improvement proposals were implemented, resulting in a reduction in inventory, waiting times and unnecessary movements and a reduction in lead time from 8.72 to 6.15 days that will have a direct impact on the productivity and competitiveness of the company.

Key Words: Lean Philosophy, Value Stream Mapping, waste, production lines, supply.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Índice	vi
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de Abreviaturas e Siglas	x
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento e justificação da escolha do tema	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura do relatório.....	2
2. Revisão bibliográfica	4
2.1 Filosofia <i>Lean</i>	4
2.1.1 Princípios do <i>Lean Thinking</i>	5
2.1.2 Desperdício.....	8
2.1.3 Ferramentas <i>Lean</i>	10
2.2 <i>Value Stream Mapping</i>	17
2.2.1 Conceito	17
2.2.2 Objetivos/Finalidades.....	17
2.2.3 Simbologia	18
2.2.4 Aplicação da ferramenta	20
2.2.4.1 Análise da situação atual.....	23
2.2.4.2 Identificação dos desperdícios	26
2.2.4.3 Previsão da situação futura.....	26
2.3 Trabalhos de investigação com VSM.....	29
3. Apresentação da empresa	31
3.1 História	31
3.2 Visão, missão e valores	31
3.3 Caracterização da Safelife	32
3.3.1 Produtos/Clientes/Fornecedores.....	33
3.4 Fluxo produtivo da empresa	34
3.4.1 Revestimento do tecido	34

3.4.2 Corte a laser	35
3.4.3 Costura de sacos.....	36
3.4.4 Esquema do processo de fabrico	39
3.4.4.1 Planeamento e abastecimento dos diferentes processos de fabrico	40
4. Aplicação do <i>Value Stream Mapping</i>	52
4.1 Escolha de referência e constituição da equipa.....	52
4.2 Desenvolvimento do <i>Value Stream Mapping</i>	54
4.3 Identificação dos desperdícios.....	61
4.3.1 Descrição dos desperdícios e oportunidades de melhoria	63
4.3.2 Plano de ações.....	67
5. Resultados e discussão	71
6. Conclusões e trabalhos futuros	77
Referências	79
Anexo	81

Lista de Figuras

Figura 1 - Os sete princípios <i>Lean Thinking</i> (Pinto, 2014)	7
Figura 2 - Os sete desperdícios <i>Lean</i>	9
Figura 3 – Fases da ferramenta 5S (Adaptado do site da ZF).....	13
Figura 4 - Os 6S e a eliminação do desperdício (Pinto, 2014)	13
Figura 5 - Modo de funcionamento do sistema <i>Kanban</i> (Pinto, 2008).....	14
Figura 6 - Dois tipos de cartão <i>Kanban</i> retirado de Pinto (2008).....	15
Figura 7 – Sistema <i>Push</i> versus sistema <i>Pull</i> (Adaptado do site da ZF).....	16
Figura 8 - Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor (Rother & Shook, 2003).....	21
Figura 9 - Um mapa do fluxo de valor do estado atual (Rother & Shook, 2003)	25
Figura 10 - Um mapa do fluxo de valor do estado futuro (Rother & Shook, 2003)	28
Figura 11 - Localização da fábrica	32
Figura 12 - Produto da Safelife	34
Figura 13 - Máquina de revestimento de tecido.....	35
Figura 14 - Máquinas de corte a laser	36
Figura 15 - Máquina de Prensagem de membrana.....	36
Figura 16 - Máquina de costura de reforços	37
Figura 17 - Máquinas de costura exterior	37
Figura 18 - Máquina de <i>strap</i> , pinças e reforços de <i>interface</i>	37
Figura 19 - Posto de controlo e embalagem	38
Figura 20 - Linhas de costura.....	38
Figura 21 - Esquema do processo de fabrico	39
Figura 22 - Plano de produção diário do processo de revestimento	40
Figura 23 - <i>Stock</i> de rolos em frente da máquina de revestimento de tecido.....	41
Figura 24 - Plano de necessidades de corte	42
Figura 25 - Modelo utilizado para fazer o pedido dos tecidos para a linha de corte.....	43
Figura 26 - Rolos colocados junto à linha do corte	44
Figura 27 - Plano de produção diário	45
Figura 28 - Supermercado dos componentes mais pequenos.....	46
Figura 29 - Folha utilizada para inventário do supermercado	47
Figura 30 - Imagens dos contentores de plástico com peças cortadas.....	48
Figura 31 - Imagens do novo supermercado de peças cortadas.....	51
Figura 32 - Agenda do <i>Workshop</i>	53
Figura 33 - Folha utilizada para o desenhar o estado atual	55
Figura 34 - Mapa do desenho do estado atual	60
Figura 35 - Mapa de desenho atual com a identificação dos <i>Kaizen</i>	62
Figura 36 - Mapa do fluxo de valor do estado futuro	66
Figura 37 - Rolos na linha de corte após a implementação do <i>PP-Kanban</i>	74
Figura 38 - Exposição dos rolos em frente à máquina de revestimento após implementação do <i>PP-Kanban</i>	75
Figura 39 - Mapa do fluxo de valor final após as implementações.....	76

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Simbologia utilizada para a construção de um VSM	18
Tabela 2 -Trabalhos de investigação com VSM.....	29
Tabela 3 - Plano de ações. Ferramenta 5W1H.....	68

Lista de Abreviaturas e Siglas

BOM – *Bill of Materials*

CCSys – *Cutters Control System*

DLN – *Dual Launching Netting*, em português “Muro de Qualidade”

EDI – *Electronic Data Interchange*

FIFO – *First in first out*

IRS Product Line – *Inflatable Restraint Systems Product Line*

JIT – *Just in Time*

LMPC – *Lean Manufacturing Planning Control*

MIZU – Abreviatura de “Mizusumashi”, palavra Japonesa que significa literalmente Aranha d’água. Para os conceitos do *Lean Manufacturing*, refere-se a um operador de abastecimento interno.

PP-KANBAN – *Production Plan Kanban*

RFID – *Radio Frequency Identification*

R.I.’s – Registos de intervenção

SAP – Sistemas aplicativos e Produtos para Processamento de Dados

SIRIOL – Sistema de Informação de Registos de Intervenção Online

SS – *Stock de Segurança*

TPS - *Toyota Production System*

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work in Process*

1. Introdução

Este projeto foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Logística na Escola Superior de Ciências Empresariais do Instituto Politécnico de Viana do Castelo e foi desenvolvido em ambiente empresarial. Na introdução serão enunciados os objetivos propostos para a realização do projeto, a metodologia de investigação escolhida e por último, vai ser apresentada a estrutura global deste relatório.

1.1 Enquadramento e justificação da escolha do tema

Cumprir com os prazos de entrega de uma mercadoria, assim como garantir a qualidade desta é um fator importante para satisfazer o cliente. Fazer parte do mercado competitivo dos pedidos do consumidor é fundamental, por isso, a satisfação do cliente é considerada um dos objetivos fulcrais de uma empresa (Siva *et al.*, 2020).

Para sobreviverem neste mercado competitivo, as empresas devem satisfazer os requisitos dos clientes em relação ao cumprimento dos prazos de entrega e à qualidade do produto, fazendo-o ao menor custo possível. Por essa razão, a implementação de uma Filosofia *Lean*, recorrendo para isso às suas ferramentas, como é o caso do *Value Stream Mapping (VSM)*, é uma medida eficiente para identificar e eliminar os desperdícios (Stadnicka & Litwin, 2019).

Como qualquer outra empresa, o objetivo principal da empresa Safelife, que atua no ramo automóvel, é ser líder neste mercado competitivo e para isso precisa de aumentar cada vez mais a sua produtividade. Para atingir este objetivo tem de estar constantemente a trabalhar na melhoria contínua utilizando vários tipos de ferramentas *Lean*, eliminando todos os desperdícios possíveis e com isso aumentar o valor do seu produto para com o cliente.

A escolha do tema deste projeto prende-se com esta ideia de melhoria contínua, e no caso específico, de melhorar o fluxo de valor dos 3 processos de fabrico num produto com uma alta cadência.

1.2 Objetivos

Uma vez que se trata de uma grande empresa, que fornece para mais do que um cliente, e produz uma grande variedade de produtos era impossível fazer um mapeamento do fluxo de valor de todos

os produtos. Por essa razão, a escolha recaiu por um produto de alta cadência que é produzido para o principal cliente, que é uma fábrica do mesmo grupo.

Nesta perspectiva, foram delineados os objetivos principais:

- Analisar os processos da empresa envolvidos na produção do produto em estudo;
- Identificar os principais desperdícios e o seu impacto no *lead time*;
- Elaborar propostas de eliminação dos desperdícios identificados;
- Implementar as propostas de melhoria identificadas com vista à redução do *lead time* e consequente aumento da produtividade da empresa.

1.3 Metodologia

De forma a atingir os objetivos definidos, será adotada a metodologia de investigação-ação, que segundo Coutinho *et al.* (2009)“(...) pode ser descrita como uma família de metodologias de investigação que incluem ação (ou mudança) e investigação (ou compreensão) ao mesmo tempo, utilizando um processo cíclico ou em espiral, que alterna entre ação e reflexão crítica.”

Este tipo de metodologia caracteriza-se por ser direcionada para a pesquisa, prática e aplicada, tendo como base a resolução de problemas reais. (Coutinho *et al.*, 2009)

A metodologia investigação-ação foi implementada neste projeto usando a ferramenta do VSM, uma vez que foi um trabalho feito em equipa, e teve como objetivo aplicar esta ferramenta a um determinado produto, com o intuito de fazer as mudanças necessárias, questionando e refletindo sobre a forma como o fazer, para resolver os problemas reais encontrados e promover uma filosofia de melhoria contínua.

1.4 Estrutura do relatório

Este relatório está dividido em seis capítulos, a introdução, a revisão bibliográfica, a apresentação da empresa, a aplicação do *Value Stream Mapping*, os resultados e discussão e a conclusão e trabalhos futuros:

- O primeiro capítulo introdutório é composto pelo enquadramento e a justificação do tema escolhido, seguido da formulação dos objetivos, da escolha da metodologia utilizada e da apresentação da estrutura do relatório.

- No segundo capítulo será apresentada uma revisão bibliográfica sobre a Filosofia *Lean*, apresentando os seus princípios, os principais desperdícios e por fim serão apresentadas algumas ferramentas *Lean*, dando mais ênfase à utilizada para este projeto, o VSM.
- No terceiro capítulo é feita uma apresentação da empresa em estudo, assim como uma descrição do seu fluxo produtivo, desde o abastecimento até obtenção do produto final.
- O quarto capítulo descreve a aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping*, onde é descrito todo o processo que se seguiu, desde a escolha da referência, passando pela descrição, passo a passo, de todo o desenho do mapa do estado atual e terminando com a identificação dos desperdícios e o plano de ação para eliminar os mesmos.
- No quinto capítulo são apresentados os resultados das ações identificadas no capítulo anterior assim como as limitações encontradas para a implementação das ações.
- Por último, no sexto capítulo, são apresentadas as conclusões deste projeto e são propostas algumas melhorias para o futuro.

2. Revisão bibliográfica

Neste capítulo é feita uma revisão da literatura inerente aos temas que serão abordados neste projeto. Além disso, são também apresentadas as ferramentas de diagnóstico que irão contribuir para o desenvolvimento do mesmo.

2.1 Filosofia *Lean*

Segundo Roh, Kunz, & Wegener (2019) cada vez mais, nas grandes empresas, o uso dos sistemas de produção *Lean* são ferramentas essenciais para torná-las mais competitivas e eficientes. Enquanto no passado a preocupação das empresas estava apenas em produzir muito a baixo custo, hoje em dia estão mais direcionadas para a Filosofia *Lean*, chamando-se assim porque é uma ferramenta que as ajuda a produzir mais, em menos tempo, com menos inventário, menos capital e menos recursos (Masuti & Dabade, 2019). Esta filosofia ajuda as empresas a manter um fluxo contínuo, eliminando desperdícios, reduzindo as atividades sem valor acrescentado, minimizando o tempo total de produção com um inventário controlado (Masuti & Dabade, 2019).

Esta filosofia pretende utilizar menos de tudo, ou seja, poucos recursos humanos, apenas os necessários, produz apenas o *stock* necessário, reduzindo o inventário, produz com o material necessário para um curto espaço de tempo e permite alterar o produto sem custos adicionais (Sharma & Gandhi, 2017).

Este tipo de pensamento pode ser entendido como uma filosofia de coordenação de processos que têm como principal objetivo satisfazer o cliente, entregando o que ele quer, eliminando todo o tipo de desperdícios (Agnētis *et al.*, 2019).

Na opinião de Man & Ravas (2017) o sistema *Lean Manufacturing* é um conjunto de práticas que uma determinada organização utiliza para eliminar atividades desnecessárias com o intuito de obter a satisfação dos clientes oferecendo, num curto espaço de tempo, produtos de alta qualidade a preços competitivos.

Para se ter uma melhor percepção da Filosofia *Lean* é fundamental referir como é que ela surgiu e quem foi o seu pioneiro. O *Lean Thinking* surgiu após a Segunda Guerra Mundial do *Toyota Production System* (TPS) desenvolvido por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda. Este sistema de produção tinha como base a eliminação do desperdício e assentava em dois pilares fundamentais: o *Just in Time* (JIT) e o *Jidoka* (Ohno, 1988). Segundo Pinto (2008) o processo JIT assenta na ideia de produzir

apenas o necessário através de um fluxo de materiais e informação coordenados com o sistema *Pull*, e o *Jidoka* significa automação com características humanas e que assenta na criação de condições que levam à perfeição dos processos.

Contudo foi Womack, Jones & Roos (1990) com o seu famoso livro *The Machine that Changed the World* que divulgaram e difundiram esta filosofia pelo resto do mundo. Neste livro os autores fizeram uma análise dos sistemas de produção automóvel americano, japonês e europeu.

Na opinião de Pinto (2008), o *Lean Thinking* é o sistema TPS atualizado, introduzindo novas ferramentas, como o serviço ao cliente e a cadeia de valor.

2.1.1 Princípios do *Lean Thinking*

Para Womack & Jones (2003) *Lean* significa fazer cada vez mais com menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, satisfazendo as necessidades dos clientes.

Este pensamento leva a que o trabalho se torne mais satisfatório ao tentar transformar o desperdício em valor, levando à criação de novo trabalho em vez da destruição de empregos (Womack & Jones, 2003).

Os mesmos autores identificaram cinco princípios da Filosofia *Lean*: definir valor, identificar a cadeia de valor, otimizar o fluxo, o sistema *Pull* e a perfeição, que serão descritos em pormenor de seguida.

1. **Definir valor** - Este é o ponto de partida para o *Lean Thinking*, sendo este definido pelo cliente, mas criado pelo produtor/organização. A organização tem de ajustar o produto/serviço àquilo que o cliente pretende de modo a satisfazer as suas necessidades. Em suma, definir o valor com precisão é o passo fundamental do *Lean Thinking*, em contrapartida, oferecer o produto/serviço errado da maneira correta é o caminho para o desperdício.
2. **Identificar a cadeia de valor** - Por cadeia de valor entende-se todas as atividades/etapas por onde o produto tem de passar até chegar ao cliente final. Segundo Womack & Jones (2003), este produto tem de passar por três áreas fundamentais numa organização:
 - Resolução de problemas que vai desde a sua criação, passando pelo projeto e engenharia, até ao seu lançamento;
 - Fluxo de informação, desde que é recebido o pedido até ao momento em que é entregue;

- Transformação física, que vai desde a receção da matéria-prima até ao produto acabado e entregue ao cliente.

Uma análise de uma cadeia de valor normalmente mostra que existem três ações que surgem ao longo da sua extensão: etapas que realmente geram valor; etapas que não geram valor, mas que são essenciais, como é o caso da inspeção de qualidade; e etapas que não geram qualquer tipo de valor e que são um desperdício, por isso deveriam ser evitadas ou mesmo eliminadas.

- 3. Otimizar o fluxo** – Depois de definir o valor com precisão e de mapear o fluxo de valor de um determinado produto, eliminando as etapas que geram desperdício, o próximo passo é criar um fluxo contínuo das atividades que realmente geram valor. No entanto, esta etapa requer uma mudança da mentalidade da organização. Nesta etapa, Womack & Jones (2003) referem a importância de Taiichi Ohno, que obteve um fluxo contínuo na produção de pequenos lotes, aprendendo a trocar rapidamente de ferramentas na passagem de produção de um produto para outro, dimensionando as máquinas para que as etapas fossem realizadas umas a seguir às outras, mantendo o objeto em produção em fluxo contínuo.
- 4. O sistema Pull** – Este sistema consiste em produzir apenas o que o cliente precisa, quando o cliente lança o pedido e não produzir os produtos que não correspondem à necessidade dos clientes. Este sistema *Pull* está ligado à filosofia do *Just in Time* como já foi referido acima.
- 5. A perfeição** – Se as organizações começarem a definir com precisão o valor, identificarem todo o fluxo de valor, fizerem com que as etapas que criam valor fluam continuamente e conseguirem satisfazer as necessidades do cliente estão perante a perfeição. É preciso sensibilizar os envolvidos que este processo de redução de custos, de tempo e de espaço para levar ao cliente aquilo que ele realmente quer, não tem fim, é um processo de melhoria contínua. Segundo Womack & Jones (2003), a transparência é fundamental na busca da perfeição, uma vez que qualquer interveniente no processo pode interagir de modo a descobrir novas oportunidades de melhoria e, por conseguinte, melhores formas de criar valor.

Pinto (2014) defende que os cinco princípios *Lean* identificados por Womack & Jones (2003) apresentam algumas lacunas, na medida em que considera apenas uma cadeia de valor, a do cliente, quando numa organização há várias cadeias de valor, uma para cada *stakeholder*. Outra lacuna é o facto de estes cinco princípios levarem as organizações apenas a criar valor eliminando desperdícios e não inovando os processos.

Perante estas lacunas, Pinto (2014), com base na revisão dos princípios *Lean thinking* feita pela Comunidade *Lean thinking*, apresentou mais dois princípios: conhecer o *stakeholder* e inovar sempre, conforme ilustra a Figura 1.

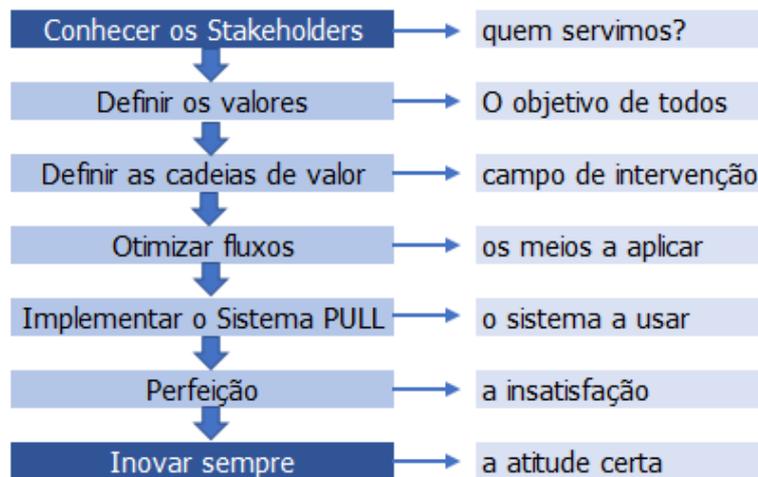


Figura 1 - Os sete princípios Lean Thinking (Pinto, 2014)

Os novos princípios *Lean* apresentados por Pinto (2014) são os seguintes:

1. **Conhecer os *stakeholders* ou quem servimos** – uma empresa não deve apenas focar-se na satisfação do cliente, mas sim conhecer as necessidades e interesses de todos os *stakeholders*, como é o caso dos colaboradores. No entanto, o foco da organização deve ser sempre o cliente final e não o cliente seguinte na cadeia de valor.
2. **Definir os valores** – Mais uma vez o autor defende que a organização não se deve focar apenas num valor, o cliente, deixando de parte os outros intervenientes do processo, como os colaboradores, os acionistas e a própria sociedade. Nesta linha de pensamento, algumas atividades que eram consideradas desperdício e não criavam valor para o cliente, agora criam valor para outras partes, como é o caso da formação dos colaboradores. Estas empresas incluem a responsabilidade social nas suas preocupações.
3. **Definir as cadeias de valor** – Se a organização deve satisfazer todos os *stakeholders* e não apenas o cliente, também tem de determinar a cadeia de valor para cada um deles, mas de uma forma equilibrada.
4. **Otimizar o fluxo** – Procurar coordenar os meios envolvidos na criação de valor para todos os intervenientes, otimizando o fluxo de materiais, pessoas, informação.
5. **Implementar o sistema *Pull*** – Deixar o cliente e os outros *stakeholders* liderarem os processos, sendo eles a fazer o pedido e não a organização a empurrar o que acham que serão as necessidades destes. Implementar a lógica *Pull* em oposição à lógica *Push*.

6. **A perfeição** – Procurar sempre uma melhoria contínua uma vez que os interesses e necessidades de todas as partes estão em constante evolução e procurar sempre satisfazer as necessidades do cliente.
7. **Inovar constantemente** – Inovar para criar valor, criando produtos, novos processos. É fundamental eliminar desperdícios, mas ao mesmo tempo inovar. Como refere o autor Pinto (2014) “Muita da gordura das organizações poderá ser transformada em músculo.”

De seguida será apresentado o conceito de desperdício à luz da Filosofia *Lean*.

2.1.2 Desperdício

Como referem Womack & Jones (2003), o conceito de desperdício vem da palavra japonesa *Muda*, que significa qualquer atividade que consome recursos, mas não gera valor. O antídoto para esse desperdício é o *Lean Thinking*. Na opinião de Pinto (2014), o desperdício faz com que os produtos ou serviços se tornem mais caros, o que faz com que se esteja a praticar um preço injusto, cobrando mais do que o valor que se entrega. Isto leva a que uma empresa perca competitividade em relação a outra que consegue entregar o mesmo valor, mas ao menor preço ou pratica o mesmo preço, mas com um valor superior. Segundo o mesmo autor, as organizações perdem mais de 95% do tempo com atividades que não criam valor, que não são percebidas pelo cliente e que são consideradas atividades *Muda*. Na realidade, as empresas canonizam os esforços no aumento da produtividade da componente 5% que gera valor, não percebendo o ganho que poderiam ter se trabalhassem no sentido de eliminar as atividades que não geram valor (Pinto, 2008).

Pinto (2014) defende que as empresas que têm como objetivo combater o desperdício, devem classificá-lo da seguinte forma:

- **O puro desperdício:** inclui aquelas atividades que podem ser totalmente dispensadas, como deslocações, paragens e até mesmo reuniões que não levam a nenhuma solução. Este tipo de desperdício chega a representar 65% do desperdício total numa organização.
- **O desperdício necessário:** atividades que não se podem eliminar embora não acrescentem valor, como as inspeções da matéria-prima. No entanto a empresa tem a obrigação de reduzir este tipo de desperdício, trabalhando, por exemplo com os fornecedores para melhorar a qualidade do material.

Foi Taiichi Ohno, com a criação do *Toyota Production System* que identificou a existência de sete desperdícios fundamentais (Womack, Jones & Roos, 1990; Liker, 2004; Pinto, 2014) conforme se pode visualizar na Figura 2, e são descritos abaixo.

7 Desperdícios Lean

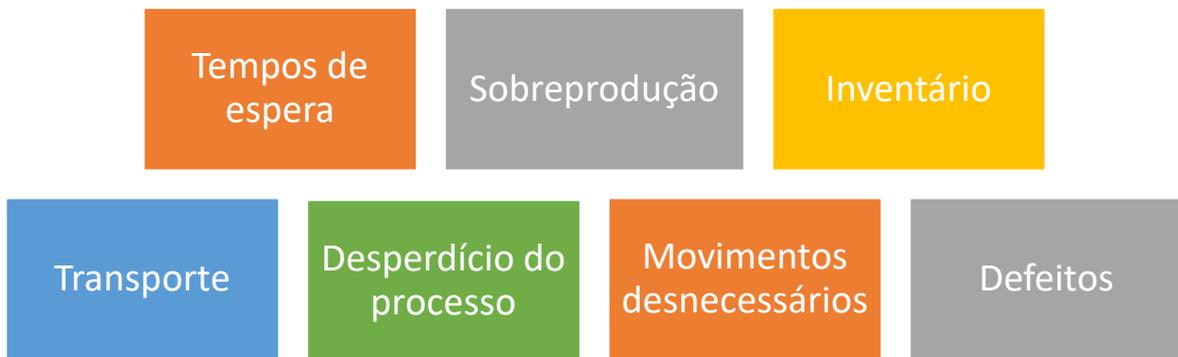


Figura 2 - Os sete desperdícios Lean

Tempos de espera – Tempos perdidos com as paragens de máquinas e de pessoas, que podem ser causados por avarias, falta de matéria-prima, atrasos de fornecedores ou atrasos no abastecimento das linhas, problemas de qualidade, acidentes, falta de sincronização entre a procura e a oferta.

Sobreprodução – produzir mais do que é necessário, i.e., produzir mais do que aquilo que o cliente pediu, o que vai contra ao que é defendido na filosofia *Just in Time*. Esta produção desnecessária leva ao aumento de *stocks* tanto de produto final como de matéria-prima, ao aumento de consumos de energia e recursos e mostra que não existe uma flexibilidade no planeamento.

Inventário – excesso de *stocks* de matéria-prima, de produto terminado ou de *Work in Process* (WIP) que pode causar longos prazos de entrega, material danificado, obsoletos, custos de transporte e armazenamento. O excesso de inventário numa organização pode significar que o *layout* dos equipamentos é fraco, que existem gargalos ou estrangulamentos nos processos, que os tempos de mudanças de ferramentas são elevados ou ainda que existe uma antecipação da produção.

Transporte – Refere-se a toda as movimentações excessivas de material, seja matéria-prima ou produto acabado, que levam ao aumento de custos, aumentam o tempo de produção e muitas vezes levam a que os produtos se danifiquem. Não sendo possível eliminar as movimentações por completo, deve-se diminuir as distâncias e reduzir ou eliminar os *stocks*.

Desperdício do processo – Este tipo de desperdício refere-se aos processos ou operações que não são necessárias e que devem ser eliminadas ou até etapas de um determinado processo que podem ser eliminadas. São processos/etapas que não geram valor, mas sim perdas e que devem ser substituídos por outros ou por vezes simplificados.

Movimentações desnecessárias - Refere-se a movimentos desnecessários dos operadores ou do pessoal da manutenção, que podem ser causados por um *layout* de trabalho incorreto, por operações isoladas ou instáveis ou ainda por falta de formação e desmotivação das pessoas.

Defeitos – Quando se fala em desperdício também estão incluídos os defeitos de qualidade, aos quais estão associados os custos de inspeção, a reparação e resposta às queixas dos clientes. Quando aumentam os defeitos, aumentam as inspeções e por sua vez aumenta o *stock* para repor as peças com defeito, o que faz com que haja uma diminuição da produtividade e o custo dos produtos aumente. Na maior parte das vezes estes defeitos são causados pelas falhas humanas, mas a constante movimentação de materiais, a ausência de padrões de produção e inspeção também são causas do aumento dos defeitos.

Na opinião de Liker (2004) ainda se pode acrescentar mais um desperdício:

Não utilização da criatividade dos funcionários – Ao não ouvir a opinião dos funcionários a organização está, muitas vezes, a perder oportunidades de melhoria.

Nos dias de hoje, as organizações ainda apresentam alguns desperdícios ao longo do fluxo de produção, que se não forem eliminados podem causar custos altos e perda de produtividade, o que compromete a sua sustentabilidade futura (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017).

Com o objetivo de eliminar ou reduzir todos estes desperdícios, foram desenvolvidas várias ferramentas que serão apresentadas na secção seguinte, sendo que apenas serão apresentadas as que foram consideradas mais importantes no âmbito deste projeto.

2.1.3 Ferramentas *Lean*

A Filosofia *Lean* fornece às empresas um alargado número de ferramentas e métodos que proporcionam uma melhoria do processo, fazendo-o através da estruturação de problemas, do compromisso das pessoas envolvidas no processo, de estabelecimento de metas, do mapeamento do estado atual e da implementação de melhorias. No entanto, para se iniciar um projeto *Lean* é necessário que se tenha um bom conhecimento do funcionamento da organização e uma grande abertura para reconhecer os problemas e, em conjunto com todos os envolvidos no processo, enfrentar esse problema com uma abordagem diferente (Agnētis *et al.*, 2019).

As ferramentas *Lean* irão levar a que as organizações se afirmem continuamente perante os *stakeholders*. Num mercado cada vez mais competitivo, a introdução de ferramentas e técnicas

Lean ajudará as organizações a alcançarem uma maior produtividade, eliminando os desperdícios e transformando todos os processos em lucro (Oliveira *et al.*, 2017).

De entre os vários tipos de ferramentas *Lean*, neste projeto apenas vão ser referidos alguns para se perceber o grau de importância que este tipo de filosofia tem para a melhoria dos processos numa determinada empresa, com o intuito de atingir a excelência operacional.

Kaizen

Uma das ferramentas que uma organização pode utilizar para se tornar mais competitiva é a melhoria contínua ou o chamado *Kaizen*. Segundo Maarof & Mahmud (2016), a filosofia *Kaizen* baseia-se no princípio que o nosso modo de vida exige uma melhoria consistente e, deste modo, para reagir a este aumento de competitividade global, as organizações têm de implementar atividades de melhoria contínua nos seus processos, com o objetivo de reduzir desperdícios.

Ao implementar o *Kaizen*, as empresas evidenciam a participação dos funcionários, dando-lhes a oportunidade de identificar e resolver os problemas que surgem no seu local de trabalho. Sendo corretamente implementada, esta ferramenta pode levar os funcionários a terem uma visão diferente do trabalho que realizam, aumentando mesmo a sua responsabilidade perante o posto de trabalho, isto porque começam a perceber que estão envolvidos no processo de tomada de decisão e melhoria (Maarof & Mahmud, 2016).

Na opinião de Imai (1986), a filosofia *Kaizen* foi a chave para o sucesso da indústria japonesa, que foi conseguido através do desenvolvimentos de vários sistemas que levou a organização e todos os envolvidos a tomarem consciência da importância deste conceito.

O *Kaizen* surgiu como resposta aos problemas que a indústria japonesa enfrentava após a Segunda Guerra Mundial, como a falta de recursos e a dificuldade em obter matéria-prima. Perante estas dificuldades, as empresas japonesas começaram a estudar as melhores estratégias para melhorar os processos de produção, minimizando o desperdício e otimizando a eficiência do processo (Imai, 1986).

Segundo Imai (1986), *Kaizen* significa melhoria contínua envolvendo toda a organização, desde as chefias até aos colaboradores diretos. É uma estratégia adotada por uma organização, na qual equipas de funcionários de diversos departamentos, trabalham juntos para melhorar uma determinada área dentro da empresa.

Para Imai (1986), implícito na estratégia *Kaizen*, está o reconhecimento de que a organização deve procurar satisfazer as necessidades do cliente para obter sucesso e lucro. Com a adoção da

metodologia *Kaizen*, prevê-se que todas as atividades devem ser conduzidas a aumentar a satisfação do cliente. O mesmo autor defende ainda que existem três pilares fundamentais para implementar o *Kaizen*: a limpeza, a eliminação de desperdícios e a padronização.

Na opinião de Pinto (2014), o conceito de melhoria contínua ou *Kaizen*, é uma das formas mais eficientes de melhorar o desempenho e a qualidade nas organizações. Este conceito de melhoria contínua levará a um aumento da qualidade dos produtos e à implementação de uma cultura de permanente melhoria através da proatividade de todos. Pinto (2014) defende ainda que esta melhoria contínua consiste em três componentes: a primeira encoraja as pessoas a cometerem erros, não para criar nelas o medo de falhar, mas para levá-las a perceber o motivo dos erros para evitar que se repitam; a segunda incentiva as pessoas a identificar os problemas e resolvê-los, porque quem faz o trabalho é quem o conhece melhor; a terceira incentiva as pessoas a fazer ainda melhor, a nunca estar satisfeito com o que está estabelecido.

5S

Mais uma vez, o método 5S surgiu na indústria japonesa, consistindo na organização do local de trabalho de uma forma limpa, eficiente e segura, com o intuito de obter um ambiente de trabalho produtivo (Veres, Marian, Moica, & Al-Akel, 2018). Segundo Pinto (2014), esta ferramenta utiliza um conjunto de práticas simples que procuram a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas mantendo boas condições no local de trabalho (Figura 3).

Este método inclui 5 fases:

- *Seiri* (organização): Remover tudo o que não é necessário no local de trabalho e limpá-lo. No local de trabalho deve estar apenas o que é necessário para realizar as tarefas.
- *Seiton* (arrumação): Organizar o local de trabalho para que cada objeto esteja no seu local, uma vez que a identificação rápida e visual das coisas reduz tempo e facilita os processos.
- *Seiso* (limpeza): Limpeza regular do local de trabalho e dos equipamentos que leva à redução de acidentes de trabalho e ajuda na inspeção dos produtos.
- *Seiketsu* (normalização): Documentar e padronizar o método, de forma comunicativa, clara e fácil de entender.
- *Shitsuke* (autodisciplina): Realização de auditorias de forma a garantir que este método está a ser realizado e seguido para garantir a sustentabilidade deste método, tornando um hábito diário.



Figura 3 – Fases da ferramenta 5S (Adaptado do site da ZF)

Pinto (2014) defende a existência de um sexto S, que cada vez mais está a ser utilizado pelas empresas. Ele refere-se ao S de segurança, que está interligado com os outros e que não pode ser separado dos anteriores (Figura 4).



Figura 4 - Os 6S e a eliminação do desperdício (Pinto, 2014)

Segundo Pinto (2014) esta ferramenta incentiva os colaboradores a manterem o seu posto de trabalho organizado e limpo e contribui para a redução do desperdício, sendo mesmo a base para a implementação de um variado número de ferramentas *Lean*.

Os 5S é uma ferramenta *Lean* simples, mas que dá um grande contributo para a identificação e eliminação do desperdício, trazendo grandes vantagens para as organizações, tais como: melhoria

do ambiente de trabalho, tornando-o limpo e produtivo; aumento da qualidade dos produtos; redução de custos; cria disciplina e aumenta a eficácia e eficiência nos processos; desenvolve o senso de responsabilidade e trabalho em equipa; reduz o espaço de armazenamento e o desperdício no tempo de trabalho, de produção e de configuração. A implementação da ferramenta *Lean 5S* é um dos primeiros passos para o aumento da produtividade de uma organização, sendo o ponto de partida para qualquer empresa que queira atingir altos objetivos e posições num ambiente cada vez mais competitivo (Veres *et al.*, 2018).

Kanban

Kanban é mais uma das palavras japonesas que significa cartão, sendo uma ferramenta de controlo de fluxo de materiais, pessoas e de informação no chão de fábrica (Figura 5), garantindo o funcionamento do sistema *Pull*, produzindo em função dos pedidos do cliente final, sendo uma ferramenta essencial da filosofia JIT (Pinto, 2014).

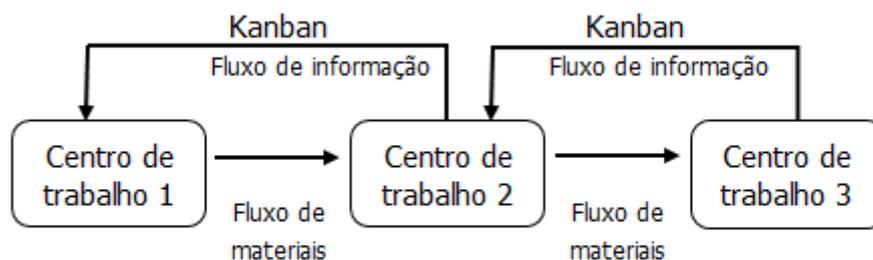


Figura 5 - Modo de funcionamento do sistema Kanban (Pinto, 2008)

Este conceito foi introduzido por Ohno (1988) que, observando o funcionamento dos supermercados americanos, constatou que os clientes podem obter o que necessitam, no momento certo e na quantidade necessária, e que se poderia adaptar também a uma linha de produção. Segundo o autor, para fazer funcionar este sistema foram utilizados cartões que continham as informações que podiam ser divididas em três categorias: informações de recebimento; informações de transferência e informações de produção. Ohno (1988) defende que as funções do *Kanban* são: fornecer informações sobre a recolha e transporte de material; dar informações sobre as quantidades a produzir e a sua sequência; previne o excesso de produção e de transporte, uma vez que nada é produzido ou transportado sem uma ordem do *Kanban*; previne a existência de produtos defeituosos ao identificar qual o processo que causa esses defeitos e proporciona um controlo do inventário.

Segundo Pinto (2008), atualmente existem dois tipos de *Kanban*:

- O *Kanban* de produção: a ordem de produção tem de ser dada por um *Kanban* de produção.
- O *Kanban* de Transporte: a ordem de transporte de materiais tem de ser dada por um *Kanban* de transporte. O cartão é idêntico ao do *Kanban* de produção, apenas se acrescenta a indicação do centro de produção de destino.

Na Figura 6 pode-se ver um exemplo destes dois tipos de cartão *Kanban*.

a- KANBAN DE PRODUÇÃO	b- KANBAN DE TRANSPORTE
Código da peça: JPOP1969	Código da peça: JPOP1969
Descrição: Parafuso tipo 2a	Descrição: Parafuso tipo 2a
Tamanho do lote: 17 peças	Tamanho do lote: 17 peças
Contentor: Box24	Contentor: Box24
Centro de trabalho: Sala07	Origem: Sala07
Data: 2005 VII 08	Destino: Armazém PA
	Lançamento: 3/5
	Data: 2005 VII 08

Figura 6 - Dois tipos de cartão *Kanban* retirado de Pinto (2008)

Com o sistema *Kanban*, o processo de produção é comandado pelas necessidades do cliente final (Figura 7), dando relevância ao *output* e não ao *input* (Pinto, 2014).

As linhas de produção, à medida que vão consumindo as peças necessárias para a produção de um produto, vão lançando aos postos anteriores um pedido de produção de um novo lote de peças, operação que é feita através de um cartão *Kanban*. É um sistema de lotes pequenos que são armazenados em embalagens uniformizadas, contendo cada uma um número definido de peças e um cartão *Kanban* correspondente, sendo movimentadas dentro dos centros de trabalho até produzirem a peça final (Pinto, 2014).

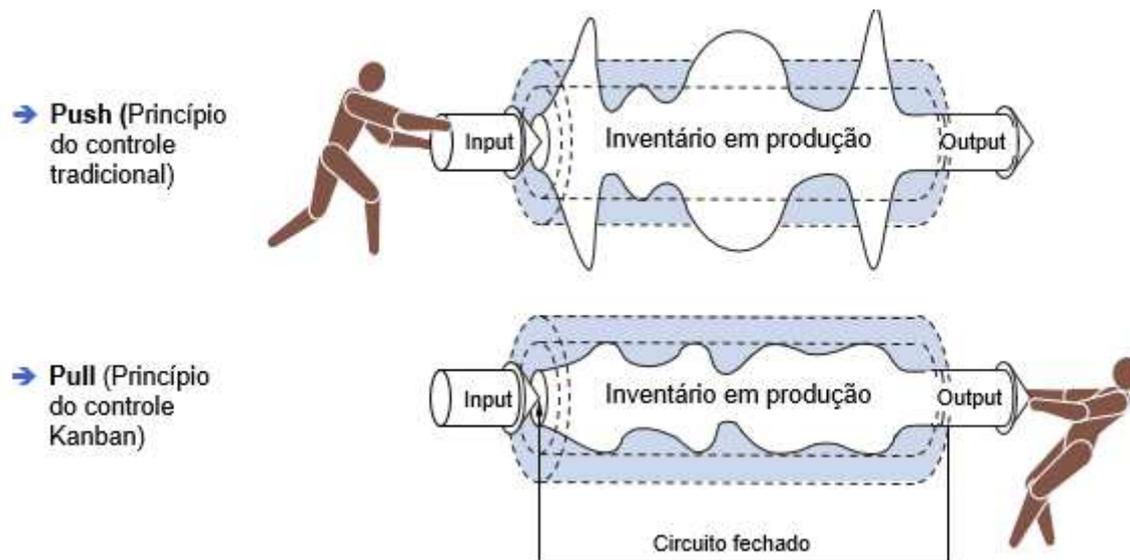


Figura 7 – Sistema Push versus sistema Pull (Adaptado do site da ZF)

Contudo, e na opinião de Pinto (2008), para se implementar este sistema *Kanban* a organização precisa de verificar um conjunto de alterações ao nível tecnológico, estratégico e até organizacional, tais como: dispor de um bom *layout* nas linhas; reduzir os tempos de *setup* e de operação; maior envolvimento dos clientes e dos fornecedores em todo o processo; polivalência e autonomia dos operários; implementação de processos estáveis; produtos com *design* simples e procura estável e ainda a normalização dos materiais, levando a uma diminuição da referências e variedade de *Kanbans*.

O sistema *Kanban* é uma das ferramentas que traz muitas vantagens na gestão das operações de uma organização, contribuindo para atingir stocks mínimos, minimizando os desperdícios e levando a empresa a melhorar a produtividade. Com o sistema *Kanban*, só se produz conforme as necessidades do cliente (Rahman *et al.*, 2013).

A próxima ferramenta *Lean* será descrita e analisada de uma forma mais pormenorizada, uma vez que é a ferramenta principal usada neste projeto.

2.2 Value Stream Mapping

2.2.1 Conceito

O mapeamento do fluxo de valor ou *Value Stream Mapping* em inglês é um método que foi desenvolvido por Rother & Shook (2003) tratando-se de uma ferramenta que ajuda a perceber o fluxo de material e de informação através da cadeia de valor, utilizando um papel e um lápis.

Segundo Pinto (2014), mostra todo o percurso de um produto ao longo da cadeia de valor, ou seja, analisa todas as atividades que ocorrem desde a chegada do pedido até à entrega do produto ao cliente final.

Segundo Masuti & Dabade (2019) esta é uma ferramenta usada para descrever o estado atual da empresa, desde o fluxo de processo ao fluxo de informação, de forma a resolver os problemas encontrados e melhorar o estado futuro. No entanto, para se conseguir resolver esses problemas, é preciso reunir um conjunto de informações necessárias sobre o estado atual da empresa. A vantagem da utilização desta ferramenta é que qualquer pessoa pode analisar o fluxo de processo e de informação e descobrir onde é que se pode agir para melhorar.

2.2.2 Objetivos/Finalidades

Para Masuti & Dabade (2019) o principal objetivo deste método é encontrar oportunidades de melhoria para um período futuro.

A utilização desta ferramenta ajuda a identificar as fontes de desperdício, através de uma linguagem comum e facilita a perceção das ligações do fluxo de material. Além disso, também ajuda a visualizar o desempenho de todo o fluxo, porque calcula os tempos de entrega, os tempos de configuração e outros indicadores (Oliveira *et al.*, 2017).

Para Rother & Shook (2003) esta é uma ferramenta essencial para tornar uma empresa *Lean*, apresentando as seguintes finalidades:

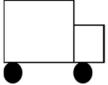
- Permite a visualização de todos os processos da cadeia de valor, não se concentrando em processos individuais;
- Mais do que mostrar os desperdícios, ajuda a identificar a fonte desses desperdícios;
- Proporciona uma linguagem simples e intuitiva;
- Demonstra a ligação que existe entre o fluxo de informação e o fluxo de material;

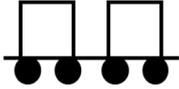
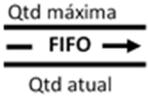
- As decisões sobre o fluxo tornam-se visíveis para todos;
- Proporciona uma abordagem aos conceitos e técnicas *Lean*;
- Torna-se a referência para a implementação da Filosofia *Lean*.

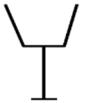
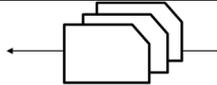
2.2.3 Simbologia

Para a construção de um mapa de fluxo de valor precisamos de utilizar símbolos ou ícones que representam os processos e os fluxos. Não existe um padrão único para estes símbolos, podendo ser desenvolvidos pela empresa, no entanto, é importante manter um padrão dentro da empresa, para que todos possam entender o que está desenhado no mapa. A simbologia apresentada na Tabela 1 foi a utilizada para desenhar o mapa do fluxo de valor deste projeto.

Tabela 1 - Simbologia utilizada para a construção de um VSM

ÍCONES DO FLUXO DE MATERIAIS		
ÍCONES	O QUE REPRESENTA	DESCRIÇÃO
	Etapa do processo	Utilizado para identificar os processos que são necessários no fluxo produtivo (os que agregam valor e os que não agregam valor).
	Fornecedor/Cliente	Serve para identificar o fornecedor ou o cliente.
	Caixa de dados	Utilizado para especificar os dados que são recolhidos em cada caso.
	Inventário	Utilizado para apresentar o inventário que existe no armazém e entre os processos.
	Empilhador	Meio de transporte que é utilizado para movimentar a matéria-prima ou o produto terminado.
	Transporte rodoviário	Meio de transporte que é utilizado para entregar o produto ao cliente.

	Comboio logístico	Outro tipo de meio de transporte que circula entre os postos de trabalho para entregar matéria-prima e recolher produto terminado.
	Porta-paletes	Instrumento de movimentação de matéria-prima ou produto terminado, quando não é possível a utilização de outro meio.
	Supermercado	É um tipo de inventário de matéria-prima controlada.
	Fluxo do produto acabado	Representa o movimento dos materiais através de todos os processos desde o cliente até ao fornecedor.
	Fluxo de produção empurrada	Representa o movimento do material através de um sistema empurrado.
	Retirada (fluxo de produção puxada)	Utilizado para representar a retirada de materiais de um inventário controlado (supermercado).
	<i>First in, first out</i>	Identifica um dispositivo que limita a quantidade e garante o fluxo FIFO dos materiais entre os processos.
ÍCONES DO FLUXO DE INFORMAÇÕES		
	Inspeção visual	Utilizada quando há necessidade de contar <i>stocks</i> e fazer ajustes no planeamento da produção.
	Fluxo de informação manual	Representa o fluxo da informação com recurso a ficheiros.
	Fluxo de informação Eletrónica	Representa o fluxo da informação através de um sistema informático que liga cliente e fornecedor e os vários departamentos da empresa.

	Nivelamento de carga	Representa a distribuição uniforme da produção de diferentes produtos durante um período.
	<i>Kanban</i> de produção	Representa normalmente um cartão que autoriza a produção de uma determinada quantidade de um item.
	<i>Kanban</i> de transporte	Representa (através de um cartão ou sistema informático) a movimentação de carga dentro da própria fábrica ou da fábrica para o cliente.
	Posto de <i>Kanban</i>	Cartão ou sinal que identifica onde é que são recolhidos ou para onde são levados os materiais.
	<i>Kanban</i> em lote	Representa o movimento <i>Kanban</i> de peças em lotes.
	Quadro do <i>Kanban</i>	Quadro onde se pode visualizar todo o fluxo de trabalho.
ÍCONES GERAIS		
	Necessidade de <i>Kaizen</i> (melhoria contínua)	Identifica as melhorias que precisam de ser feitas para eliminar os desperdícios.
	<i>Stock</i> de segurança	Identifica a presença de um <i>stock</i> de segurança.
	Operador	O número de colaboradores deve ser indicado de acordo com o número de colaboradores por posto de trabalho.

2.2.4 Aplicação da ferramenta

Para Masuti & Dabade (2019) para se desenhar um mapa do fluxo de valor é preciso seguir um conjunto de regras:

- No mapa devem estar desenhadas todas as atividades que acrescentam valor e as que não acrescentam valor ao produto;
- O mapa do estado atual deve ser desenhado com lápis e papel, sendo o primeiro passo analisar esse mapa, identificar os problemas e encontrar soluções para serem implementadas num determinado prazo;
- Os mapas do fluxo de valor são utilizados para documentar o estado atual, a situação da empresa no momento, e o mapa do estado futuro, que é a visão de como a equipa vê o fluxo de valor depois de implementadas melhorias.

Para se obter um mapeamento do fluxo de valor é necessário seguir o caminho de um produto desde o cliente final até ao fornecedor da matéria-prima, desenhando uma representação de cada processo no fluxo de material e de informação (Rother & Shook, 2003).

Segundo Rother & Shook, (2003), o mapeamento do fluxo de valor segue quatro etapas que estão apresentadas na Figura 8, destacando-se o desenho do estado futuro, uma vez que este é o mais importante, porque uma situação atual sem um estado futuro não é muito útil.

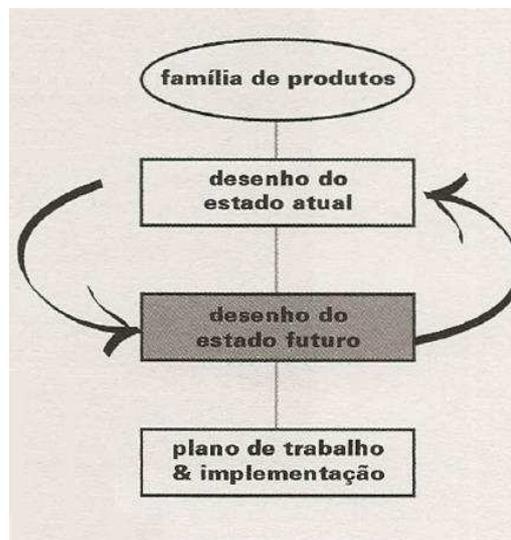


Figura 8 - Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor (Rother & Shook, 2003)

As 4 etapas essenciais para se mapear um fluxo de valor, segundo Rother & Shook (2003) são:

1. **Selecionar uma família de produtos** – O primeiro passo é escolher uma família de produtos, porque no caso de uma empresa média ou grande é muito complicado desenhando o mapa do fluxo de valor de todos os produtos. Uma família de produtos é aquela que passa por etapas semelhantes e que utiliza equipamentos comuns ao longo de todo o processo. Essa

família de produtos deve ser identificada a partir do consumidor do fluxo de valor e deve ter algum impacto no desempenho da empresa.

2. **Desenhar o estado atual** – Após selecionar a família de produtos ou apenas um produto o passo seguinte é recolher informações no chão de fábrica para desenhar o estado atual. O desenho do estado atual e a sua análise irá fornecer as informações pertinentes para se desenhar um estado futuro.
3. **Desenhar o estado futuro** – As ideias para desenhar o estado futuro irão surgir quando se estiver a desenhar o estado atual. Há uma ligação entre os dois, por isso o autor desenha duas setas com duplo sentido na Figura 8. O mapeamento do estado futuro irá mostrar informações importantes sobre o estado atual.
4. **Preparar e implementar o plano de trabalho** – A última etapa consiste em preparar e elaborar um plano para implementar medidas que levam a alcançar o estado futuro que foi desenhado no passo anterior e depois desenhar um novo plano, porque a melhoria é contínua e deverá haver sempre um mapa do estado futuro.

Relativamente às etapas de um VSM, Deshkar *et al.* (2018) apresentam uma abordagem diferente da convencional, defendendo a existência de 6 etapas, sendo elas:

1. **Seleção de uma família de produtos** – Apenas se escolhe uma família de produtos para ser mapeada.
2. **Desenhar o mapa do estado atual** – Fazer o mapeamento do fluxo de valor da família de produtos escolhida.
3. **Análise do mapa do estado atual** – É feita uma análise minuciosa do mapa do estado atual para identificar os desperdícios, os processos de gargalo e os pontos de congestionamento.
4. **Eliminar os desperdícios e desenhar o mapa do estado futuro** – Depois de eliminar os desperdícios, segundo as suas prioridades e desenhado o mapa do estado futuro.
5. **Simular o mapa do estado futuro** – O mapa do estado futuro desenhado no ponto anterior é modelado num software de simulação. São feitas simulações para diferentes iterações e aquela mais favorável é selecionada para implementação.
6. **Implementação** – A iteração selecionada é apresentada à gerência para ser aprovada para a implementação.

Tal como referido anteriormente, depois de escolhida a família de produtos ou apenas um produto, o passo seguinte é analisar a situação atual e fazer o mapeamento do estado atual.

2.2.4.1 Análise da situação atual

Masuti & Dabade (2019) defendem que o mapa da situação atual mostra a situação atual em que a empresa se encontra e apresentam alguns princípios fundamentais para se elaborar um mapeamento do fluxo de valor, sendo esses os seguintes:

1. Em primeiro lugar, é preciso observar todo o processo de produção do produto que está a ser mapeado.
2. Em segundo, é necessário recolher todos os dados, tais como todas as operações que se realizam para fabricar o produto, a gestão dos operadores e como funciona todo o fluxo do material e da informação.
3. Por último, é preciso representar em papel os dados recolhidos usando uma simbologia estipulada pela empresa.

Rother & Shook (2003) apresentam mais informações relativamente ao modo como deve ser elaborado um mapeamento de fluxo de valor:

- É importante recolher as informações reais do fluxo de material e informação diretamente no chão de fábrica, onde tudo acontece.
- Deve ser feita uma caminhada por cada processo, um a um, para compreender como funciona o fluxo e qual é a sequência dos processos e só depois é que se reúne as informações obtidas para desenhar o mapa.
- Ao elaborar um mapeamento do fluxo de valor deve-se começar sempre pelo consumidor final e depois é que se passa para os processos anteriores, para se obter uma visão dos processos que estão mais diretamente ligados ao cliente final.
- É necessário ter um cronómetro para se obter os tempos no momento e não utilizar os tempos padrões, que podem induzir em erro, porque são dados históricos de uma época em que tudo corria bem.
- Apesar de estarem muitas pessoas envolvidas no processo de mapeamento do fluxo de valor, deve ser só uma a desenhar esse mapa para que todos percebam o que está a ser desenhado.
- Este mapeamento deve ser sempre feito à mão e a lápis, começando por se fazer um rascunho diretamente no chão de fábrica, que depois será refeito, mas sempre à mão e utilizando lápis.

Para Deshkar *et al.* (2018) existem alguns dados que é preciso recolher antes de começar a desenhar o mapa do estado atual, sendo eles:

- Tempo de ciclo, tempo de *changeover* e o tempo de trabalho;
- Inventário;
- Pedidos de cliente;
- Frequência de entregas por parte do fornecedor;
- Sequência das operações;
- Número de operários em cada operação;
- Número de horas de trabalho, de turnos e de pausas.

Segundo Rother e Shook (2003) é muito importante usar métricas *Lean* quando se está a desenhar um mapa do fluxo de valor, sendo estas essenciais para identificar e eliminar atividades sem valor.

Por essa razão, o autor sugere o uso de métricas como:

- Tempo de ciclo – tempo que uma peça ou um produto demora a ficar completa num processo. Também pode ser o tempo que um operador demora para percorrer todas as suas etapas de trabalho até repetir novamente.
- Tempo de agregação de valor – é o tempo efetivo das operações que agregam valor ao produto pelo qual o cliente está disposto a pagar.
- *Lead Time* – tempo que uma peça demora a percorrer todos os processos desde o início até ao fim.
- *Takt Time* – é a frequência com que um produto deve ser produzido para satisfazer a procura do cliente.

Na Figura 9 está representado um exemplo de um mapa do fluxo de valor do estado atual.

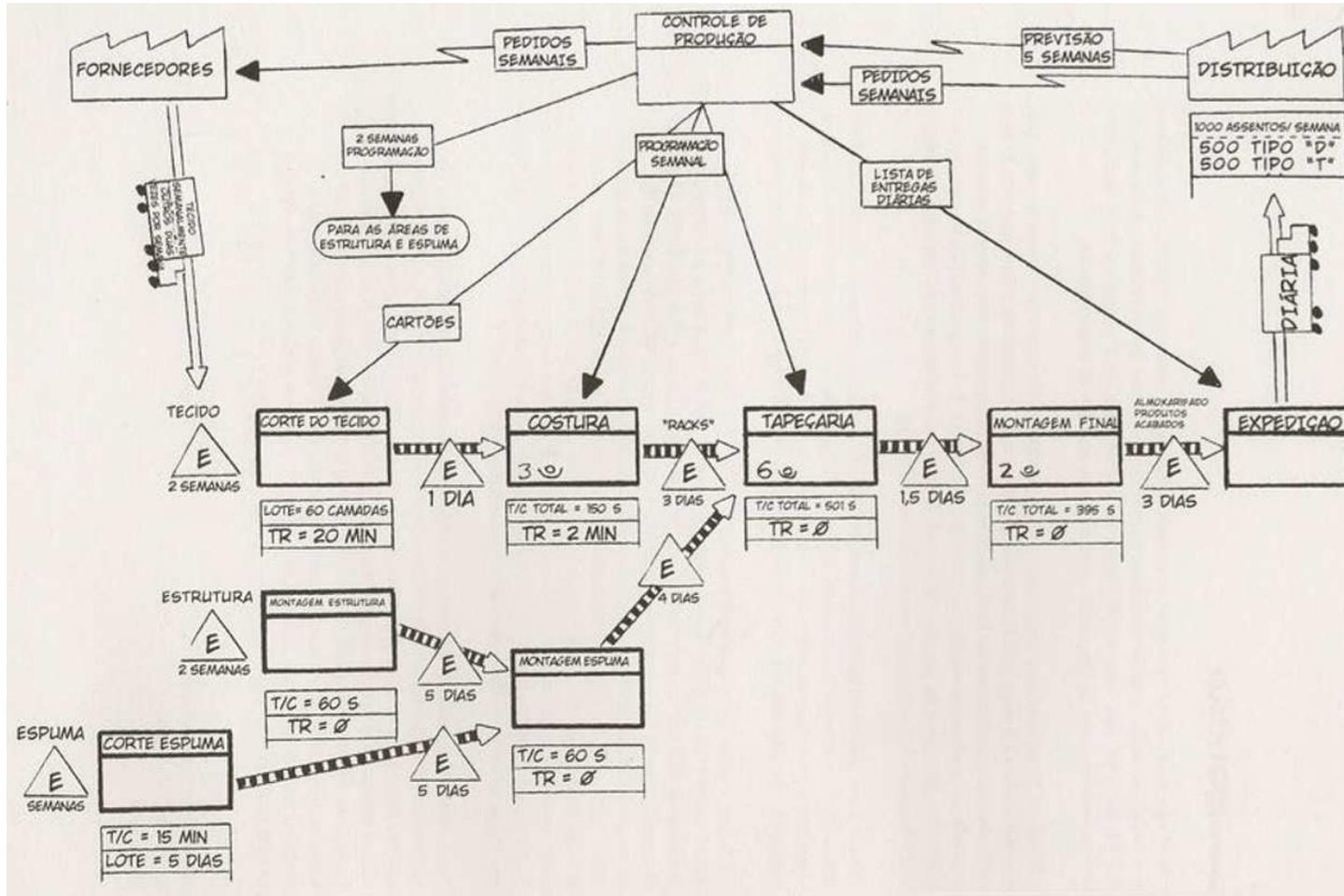


Figura 9 - Um mapa do fluxo de valor do estado atual (Rother & Shook, 2003)

2.2.4.2 Identificação dos desperdícios

Com um desenho do mapa do estado atual, é possível analisar e identificar onde se encontram os desperdícios e as atividades que agregam valor e aquelas que não agregam valor e que podem, por essa razão, ser eliminadas.

Segundo Deshkar *et al.*(2018) são analisados todos os desperdícios encontrados no desenho do mapa do estado atual e são atribuídas prioridades a cada desperdício. Para saber identificar os desperdícios pode-se recorrer aos sete desperdícios identificados pelo *Toyota Production System*, já referidos no início deste capítulo.

Para Pinto (2014) depois de ter desenhado o mapa do fluxo de valor do estado atual, a empresa já tem capacidades para quantificar tempos e atividades que agregam valor ou não.

2.2.4.3 Previsão da situação futura

Segundo Pinto (2014) para se alcançar o estado ideal da cadeia de valor, eliminando todos os desperdícios, é necessário passar por várias etapas ou vários “*to be*” intermédios como diz o autor. Depois da consciencialização do que são desperdícios e de como esses afetam negativamente o desempenho da cadeia de valor é necessário elaborar a visão do estado futuro e para isso é essencial saber:

- **O *takt time*** – ritmo que é imposto ao fluxo de trabalho para atender ao pedido do cliente e para calcular este tempo basta dividir as horas diárias de trabalho efetivo pelo pedido diário do cliente.
- **O *pitch*** – é um múltiplo do *takt time* e utiliza-se para determinar a quantidade de trabalho ideal ou lote para se movimentar uma unidade de trabalho. O *pitch* permite acompanhar a produção em pequenos intervalos de tempo, levando a uma rápida identificação de algum problema que surja.
- **Produzir por encomenda ou para um supermercado** – a empresa deve estabelecer um fluxo contínuo com os clientes e fornecedores trabalhando por encomenda, evitando assim os *stocks*. Mas nem sempre isso é possível devido a alguns fatores como: prazo da encomenda é menor que o tempo de fabrico, e por isso precisamos de ter *stock*; a procura dos clientes nem sempre é estável, sendo necessário haver um supermercado de produto acabado.

- **Fluxo contínuo** – acontece quando o processo é definido e tem a capacidade de trabalhar num fluxo de peça a peça, onde os tempos de *setup* são menores que o tempo de ciclo de fabrico de uma peça.
- **Aplicação do sistema *Pull* com supermercado** – por vezes há alturas no fluxo de valor em que não é possível haver um fluxo contínuo, nomeadamente quando há variações na linha de produção devido à existência de equipamentos com mudança de produto. Neste caso é necessário implementar um supermercado, que pode ser controlado através de um fluxo puxado.
- ***Pacemaker* do processo ou o *bottleneck* do processo** – é o processo que marca o ritmo de toda a cadeia de valor, onde é necessário controlar e nivelar os pedidos do cliente. A maneira como este processo é controlado define o ritmo dos processos anteriores, devendo estes seguir sempre um fluxo contínuo.

Na opinião de Pinto (2014) a passagem do estado atual para o estado futuro deve acontecer depois de uma reunião envolvendo as pessoas importantes na cadeia de valor, onde vão ser identificados os desperdícios e elaboradas ações para eliminar esses desperdícios, que devem ser calendarizadas e afixadas junto ao desenho do estado atual.

Segundo Masuti & Dabade (2019) o mapa do estado futuro ajuda a descobrir onde devem ser feitas alterações e que ações se devem tomar para as enfrentar, sendo estas alterações identificadas no mapa através do uso do ícone do *Kaizen Brust*. O mapa do estado futuro ajuda a organização a prever a procura e fazer alterações de acordo com ela.

Na Figura 10 está representado um exemplo de um mapa do fluxo de valor do estado futuro.

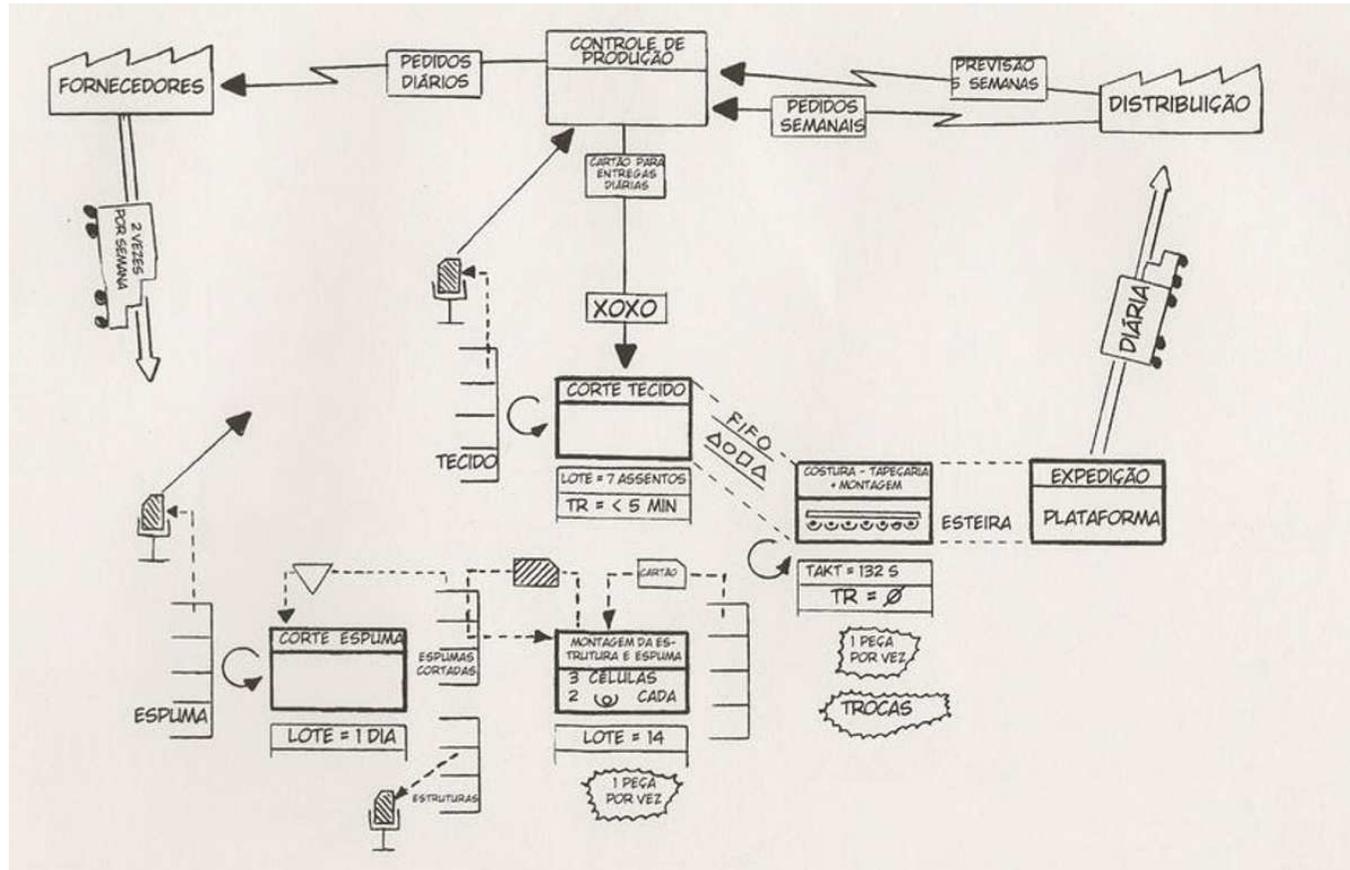


Figura 10 - Um mapa do fluxo de valor do estado futuro (Rother & Shook, 2003)

2.3 Trabalhos de investigação com VSM

Nestes últimos anos verifica-se que têm sido feitos alguns trabalhos/projetos com a aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping*. Na tabela 2 vão ser apresentados alguns desses trabalhos assim como as melhorias de desempenho a que chegaram os autores no fim da investigação.

Tabela 2 -Trabalhos de investigação com VSM

Nome do autor	Título do trabalho	Melhorias de desempenho
(Siva <i>et al.</i> , 2020)	<i>Lead time reduction through lean techniques on filter drier component by modifying fixture design – Case study</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da produção de 818 para 1285 unidades; - Redução do tempo de ciclo da montagem da tampa de 33 para 20 segundos.
(Masuti & Dabade, 2019)	<i>Lean manufacturing implementation using value stream mapping at excavator manufacturing company</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de 156 minutos nas atividades de valor agregado e 430 nas sem valor agregado; - Redução de 586 minutos do <i>lead time</i> de produção.
(Acero, Torralba, Pérez-Moya, & Pozo, 2019)	<i>Order processing improvement in military logistics by Value Stream Analysis lean methodology</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Redução das atividades sem valor ou com pouco valor agregado em 56%; - Redução do <i>lead time</i> de 49,73 dias para 0,75 dias.
(Deshkar <i>et al.</i> , 2018)	<i>Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do <i>takt time</i> de 46 para 26,6 minutos; - Aumento da produção de rolos de 28 para 50; - Aumento do tempo de valor agregado para 74,5%.

(Stadnicka & Ratnayake, 2017)	<i>Enhancing Aircraft Maintenance Services: A VSM Based Case Study</i>	- Redução do <i>lead time</i> de 62,6 dias para 16,6 dias.
(Lacerda, Xambre, & Alvelos, 2016)	<i>Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry</i>	- Redução do tempo de ciclo de 370 para 140 segundos; - Redução do número de operários de 4 para 3; - Redução de 25% do <i>stock</i> do produto inacabado.
(Stadnicka & Ratnayake, 2016)	<i>Minimization of service disturbance: VSM based case study in telecommunication industry</i>	- Redução do <i>lead time</i> de serviços de 5h15 min para 3 h ou de 7h15 min para 4h50 min dependendo da localização da instalação.
(Jasti & Sharma, 2015)	<i>Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool</i> <i>A case study from auto components industry</i>	- Redução do <i>takt time</i> de 37 para 28 minutos; - Redução do inventário de 73 para 19 unidades; - Redução do <i>lead time</i> de 1584 para 412,3 minutos; - Aumento da produção de 30 para 40 unidades por dia.

Como se pode ver pelos trabalhos apresentados na tabela acima, com a aplicação da ferramenta *Value Stream mapping*, consegue-se melhorar várias medidas de desempenho, tais como o *lead time*, o *takt time* e o tempo de ciclo. Além disso, também é possível, em muitos casos, reduzir o inventário, o número de operadores por posto de trabalho e aumentar a produção.

3. Apresentação da empresa

Neste capítulo é apresentada uma breve história da criação da empresa onde foi desenvolvido o projeto, assim como do grupo a que pertence. Além disso, será feita uma caracterização mais específica da fábrica onde foi elaborado o projeto e da sua área de atuação.

3.1 História

A Safelife, empresa que faz os sacos dos *airbags* e aquela que vai ser objeto de estudo do projeto, foi fundada em 2000 fazendo parte do grupo Dalphimetal. Em maio do mesmo ano começaram as primeiras pesquisas e desenvolvimento do produto em Vila Nova de Cerveira e em novembro o primeiro saco estava a ser entregue ao cliente PSA. Em janeiro de 2001 iniciou-se a construção da fábrica Safelife na Gemieira, Ponte de Lima, atual localização, e em novembro transferiu-se a produção de Vila Nova de Cerveira para Ponte de Lima. Em janeiro de 2004 foi fundada a Safebag, a fábrica dos módulos dos *airbags*, também ela pertencente ao mesmo grupo e em abril começou a produzir *airbags* e a enviar os primeiros pedidos ao cliente Renault.

Em 2005 o grupo Dalphimetal foi adquirido por um novo grupo chamado de TRW Automotive, que liderou a empresa até 2015, quando esta passou a fazer parte da DIVISION A, Active and Passive Safety technologies do atual grupo, ZF Friedrichshafen AG. No entanto, em 2018 houve mais uma mudança no grupo e as duas fábricas de Ponte de Lima integraram a DIVISION R – Passive Safety Systems do grupo passando a fazer parte do IRS Product Line (Inflatable Restraint Systems Product Line).

3.2 Visão, missão e valores

O grupo ZF nasceu em 1915 e até agora têm-se desenvolvido em larga escala no ramo automóvel sendo um dos maiores produtores mundiais de peças para automóveis, tendo cerca de 240 unidades espalhadas por 40 países. Em relação à DIVISION R, onde se insere a fábrica em estudo, que inclui produtos como módulos de *airbag*, geradores, cintos de segurança e volantes, tem 42 fábricas espalhadas por 19 países.

A DIVISION R da ZF tem uma forte cultura, sendo a sua principal missão ajudar a proteger as pessoas na estrada. Para chegarem a essa missão, a visão da empresa assenta em compromissos, tais como:

fornecer tecnologia de ponta e serviços da mais alta qualidade, o que faz dela um fornecedor de primeira escolha; desenvolver e fabricar produtos em parceria com os outros fornecedores e clientes; ter um grande sucesso através de uma equipa globalmente unificada; promover um desenvolvimento do pessoal e um crescimento contínuo dos funcionários.

Em relação aos valores, o grupo rege-se por 5 valores que são fundamentais para alcançar os objetivos propostos, sendo eles: compromisso; respeito; aprendizagem; integridade e orientação para os resultados.

3.3 Caracterização da Safelife

Como já tinha sido referido no primeiro ponto deste capítulo, a Safelife será a fábrica que vai ser objeto de estudo deste projeto, sendo assim fundamental fazer uma pequena caracterização e descrição da mesma.

A Safelife é uma das fábricas pertencentes à DIVISION R do grupo ZF e localiza-se no distrito de Viana do Castelo, no concelho de Ponte de Lima, na freguesia da Gemieira, relativamente bem situada, uma vez que se encontra a mais ou menos 5 km da autoestrada que liga Ponte de Lima a Espanha (Figura 11).



Figura 11 - Localização da fábrica

Emprega cerca de 863 colaboradores diretos (i.e. operários fabris) e 141 indiretos, onde estão incluídos não só os funcionários dos diversos departamentos, como os seus chefes. A fábrica funciona 24 horas/dia, estando dividida em 5 turnos: o turno da manhã que funciona das 06:00 às 14:00; o turno da tarde das 14:00 às 22:00 horas; o turno da noite das 22:00 às 06:00; o turno

normal, das 08:00 às 17:00 e o turno do fim-de-semana que funciona das 06:00 às 18:00 de Sábado e das 18:00 de Domingo às 06:00 de Segunda.

No mesmo edifício da fábrica também existe um armazém, que serve não só para armazenamento de matéria-prima e produto acabado da Safelife, mas também como armazém de produto acabado da Safebag, a fábrica dos módulos de *airbags* também situada em Ponte de Lima. Neste armazém receciona-se, por um lado, a matéria-prima essencial para o funcionamento da Safelife, por outro lado, o produto terminado da Safebag que vai ser expedido a partir daí juntamente com o produto terminado da Safelife.

O armazém funciona 24 horas de segunda a sexta e no fim-de-semana das 6 às 18 de Sábado e das 18 de Domingo às 6 de Segunda. No entanto, poderá funcionar também 24 horas no fim-de-semana, quando é necessário a fábrica trabalhar em horas extras. Trabalham 44 funcionários no armazém, incluindo os administrativos, os técnicos de logística e os chefes de armazém e de logística, distribuídos pelos diferentes turnos.

3.3.1 Produtos/Clientes/Fornecedores

Inserida na DIVISION R do grupo ZF, a fábrica em estudo dedica-se, principalmente, ao fabrico dos sacos dos *airbags*, sendo que o principal cliente é outra empresa do grupo, a Safebag, situada na mesma localidade, que produz os módulos dos *airbags* para os automóveis. São produzidos vários tipos de sacos, desde passageiros, condutores, cortinas, tórax e joelhos que depois de serem vendidos ao principal cliente, a Safebag, a fábrica que produz os módulos, são distribuídos por uma variedade de clientes de toda a Europa: Fiat, Ford, General Motors, Jaguar Land Rover, Hyundai, Renault-Nissan, Grupo PSA, Volvo e o Grupo da Volkswagen. A empresa ainda exporta sacos para a Itália, Brasil, Espanha, Roménia, África do Sul, empresas essas que pertencem ao mesmo grupo. Apesar de se dedicar maioritariamente à produção de sacos, a fábrica também se dedica à transformação de rolos de tecido base, exportando-os para a China, Roménia, Polónia, empresas igualmente pertencentes ao grupo ZF.

Para fora do grupo, esta fábrica ainda tem clientes em Lisboa e na Tunísia que, além de clientes, são ao mesmo tempo fornecedores de matéria-prima, mais concretamente peças cortadas. Além deste fornecedor, a fábrica ainda tem fornecedores de tecido, de silicone, de peças cortadas, de fio, de etiquetas e de outros materiais fundamentais para a produção de sacos (Figura 12).



Figura 12 - Produto da Safelife

3.4 Fluxo produtivo da empresa

Para se perceber bem todo fluxo produtivo dessa empresa é necessário fazer uma abordagem sobre os 3 processos de fabrico que vão dar origem ao produto final: revestimento do tecido, corte a laser e costura dos sacos, que serão descritos em pormenor de seguida.

3.4.1 Revestimento do tecido

A maior parte do tecido que vem do fornecedor, sendo que algum não precisa de passar por este processo, tem de ser sujeito a um processo de revestimento com base em silicone. Este revestimento aumenta as características mecânicas do tecido, em especial a resistência térmica. O tempo que demora a revestir cada rolo depende muito do tamanho do rolo e da velocidade da linha que está predefinida para cada referência. Depois de passar por este processo, o tecido tem de ficar 24 horas armazenado, enquanto são feitos ensaios de qualidade a uma amostra de cada rolo, para confirmar se o tecido está em condições de ser utilizado ou não. Todos estes ensaios têm de cumprir uma especificação própria e o método de ensaio está definido num procedimento que é geral para todos os produtores de tecido para *airbags*. Só depois de realizados os testes de qualidade e de estes estarem conforme é que o tecido pode passar para o processo de corte ou pode ser expedido para os clientes que compram tecido (Figura 13).



Figura 13 - Máquina de revestimento de tecido

3.4.2 Corte a laser

O tecido que chega dos fornecedores, com ou sem revestimento, segue para as máquinas de laser onde vão ser cortados componentes que compõem a estrutura de um modelo de saco *airbag*. Este processo é feito em duas fases:

- Numa primeira fase é utilizado um *software* próprio para configurar os componentes de cada modelo que vão ser cortados e para configurar um melhor aproveitamento do tecido.
- Depois vem a fase de corte através das máquinas de corte a laser, que podem cortar até 30 camadas de tecido, dependendo do tipo de máquina e de matéria-prima, sendo definidos parâmetros para cada tipo de tecido e número de camadas. O tecido é estendido na máquina dependendo do número de camadas e esta é parametrizada para cortar o que se pretende. Nos tecidos que não passam pelo processo de revestimento é utilizado um filme plástico entre as camadas de forma a garantir a separação dos componentes após o corte. Também é utilizada uma camada de papel de forma a proteger a última camada de tecido de fumos, resíduo e pó provocados pelo corte. Por fim, é feita a recolha dos componentes cortados, onde são separados e agrupados para uma zona de inspeção, de forma a rejeitar as peças defeituosas. Os desperdícios de tecidos e outras matérias-primas são devidamente separados e canalizados por um sistema de sucção para um contentor específico sendo depois reciclados. São organizados lotes por cada tipo de componente, devidamente identificados, prontos para serem enviados para um armazém e seguir para o processo de costura (Figura 14).



Figura 14 - Máquinas de corte a laser

3.4.3 Costura de sacos

Este é o último processo de produção até se obter o produto final, que é obtido com a junção dos componentes provenientes do processo de corte e vindos de fornecedores externos, sendo costurados de acordo com os planos definidos pela engenharia. As próprias máquinas são praticamente todas adaptadas pelos colegas do departamento de engenharia que as desenham conforme os planos de sacos que têm e vão adaptando-as sempre que for necessário fazer alguma alteração no saco. O processo é composto por várias etapas, destacando-se as seguintes:

- **Prensagem de membrana:** este processo tem como objetivo controlar a expansão dentro dos sacos passageiro e condutor, colocando uma membrana de silicone entre o painel do saco e um reforço que é cortado de um tecido calandrado. Todo o conjunto é submetido a temperatura e pressão garantindo uma colagem uniforme de todas as peças. É um processo que já não se utiliza nos novos projetos, contudo ainda se usa em projetos de série (Figura 15).



Figura 15 - Máquina de Prensagem de membrana.

- **Costura de reforços:** este é um posto que é comum a todos os tipos de sacos de *airbags*, variando apenas na quantidade, tipo de tecido ou tipo de componentes utilizados. A

montagem correta é garantida por sensores de posicionamento e de detecção de camadas (Figura 16).



Figura 16 - Máquina de costura de reforços

- **Costura exterior:** para esta costura são usadas máquinas automáticas e manuais, sendo que nas automáticas a correta montagem é garantida por sensores de posicionamento e detetores de camadas e toda a costura é feita recorrendo a programas de computador que garantem a repetição da mesma de acordo com o plano do saco e, nas máquinas manuais é garantida pelos operários, que estão diretamente envolvidos nesta operação. Nestas máquinas é necessário haver uma formação constante e um treino intenso, para se obter um produto de qualidade e com eficiência (Figura 17).

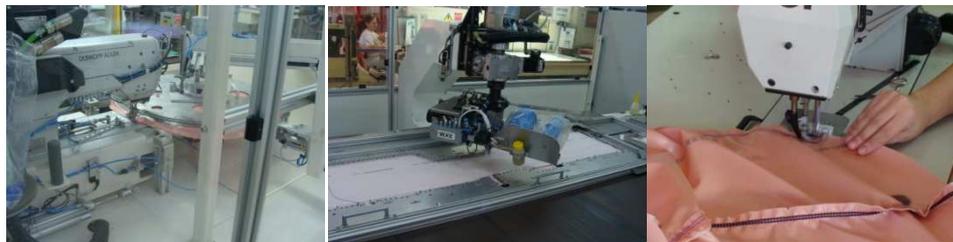


Figura 17 - Máquinas de costura exterior

- **Máquina de strap, pinças e reforços de interface:** são postos simples, no entanto é neste posto que se garante que o saco no momento de abrir, o faz de forma correta e segura (Figura 18).



Figura 18 - Máquina de strap, pinças e reforços de interface

- **Controlo final/embalagem:** é o posto mais importante de todas as linhas, uma vez que aqui deve ser feita a escolha final dos sacos bons e maus, devem ser controladas a primeira e última peça. Além disso, antes de ser embalado, é aqui que é feita a consolidação da rastreabilidade de todo o saco, para em caso de dúvida, ser possível saber qual foi o dia de produção, quais os lotes dos fios de costura, do tecido ou do silicone usado no revestimento do mesmo (Figura 19).



Figura 19 - Posto de controlo e embalagem

Existem, neste momento, à volta de 47 linhas de produção ativas, distribuídas por dois pisos. Em cada linha podem ser produzidos mais do que um modelo diferente de saco, ou seja, pode haver linhas que são compartilhadas com 2 ou mais modelos, ou que são compartilhadas com direito e esquerdo, mas que não são produzidos simultaneamente, mas sim respeitando um plano de produção previamente elaborado, tendo em conta os pedidos do cliente. As linhas também não são uniformes, não têm o mesmo tamanho nem *layout*, não têm o mesmo número de funcionários a trabalhar em cada uma, dependendo sempre do tipo de saco que produz e dos tipos de máquina que são utilizados em cada modelo de saco (Figura 20).



Figura 20 - Linhas de costura

3.4.4 Esquema do processo de fabrico

Na Figura 21 está representado um esquema de como funciona o processo de fabrico da fábrica, desde que a matéria-prima chega ao armazém, como é distribuída para os três processos e por fim, como é armazenado e expedido o produto final.

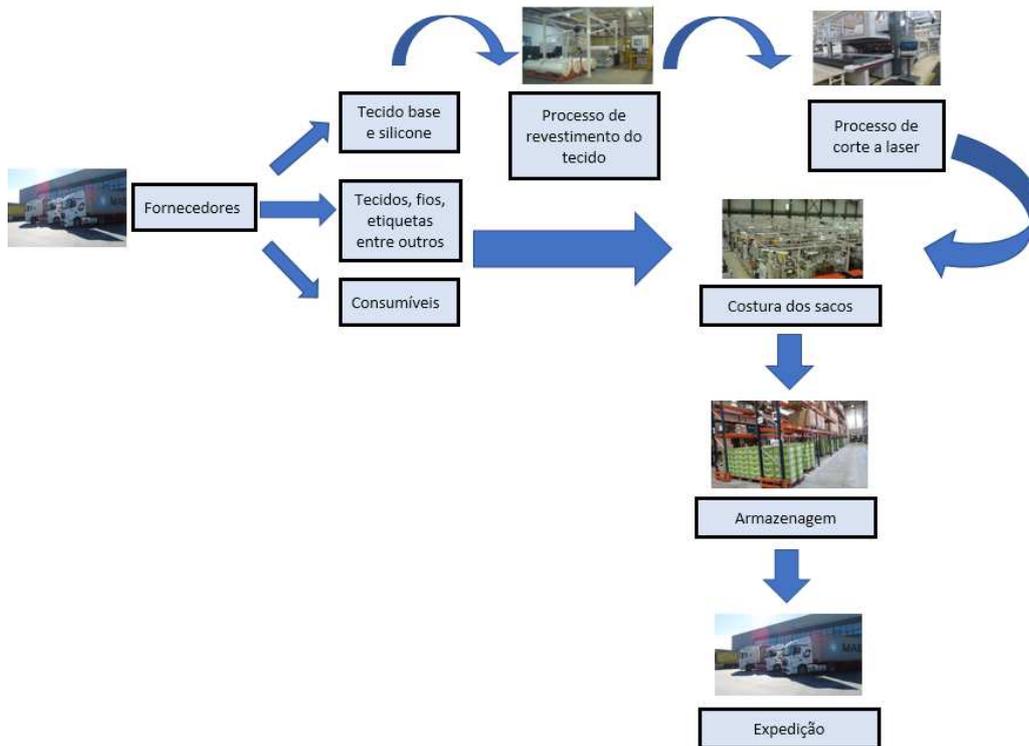


Figura 21 - Esquema do processo de fabrico

Como está representado no esquema, a matéria-prima proveniente dos diversos fornecedores chega ao armazém e é descarregada para uma área de recepção. Depois de verificada e registada no sistema ela é armazenada conforme a sua dimensão, tipologia, localização, sendo que os rolos de tecido têm de ser armazenados em estantes próprias devido à sua dimensão e peso e o silicone utilizado no processo de revestimento deve ser armazenado nas estantes que se encontram mais próximas da linha de revestimento. As caixas com outros componentes, como peças, fios, etiquetas são armazenadas em prateleiras e separadas por referência e, no caso de peças semelhantes provenientes de fornecedores diferentes, também são armazenadas separadamente. Os chamados consumíveis, como o cartão, as paletes e outros materiais necessários para acondicionamento e identificação do produto final são armazenados em estantes próprias, ficando separados da matéria-prima. Como se pode constatar no esquema, a matéria-prima segue para os processos de forma diferente, não passando toda pelos 3 processos.

3.4.4.1 Planeamento e abastecimento dos diferentes processos de fabrico

Uma vez armazenada, a matéria-prima seguirá um fluxo diferente, dependendo do processo que irá ser abastecido sendo cada processo também planeado de forma distinta:

1. Revestimento – A linha de revestimento é planeada através de um ficheiro *Excel*, tendo em conta o planeamento de produção para a semana seguinte e as necessidades dos clientes externos, o *stock* de rolos já revestidos e o *stock* de peças do processo do corte, e informações que têm de ser exportadas do *software* SAP (Sistemas aplicativos e Produtos para Processamento de Dados). Depois deste planeamento, diariamente é feito um plano de produção com as referências e quantidades que são necessárias revestir nos 3 turnos (Figura 22).

Plano diário de produção								Data
Processo de siliconado								18/ago
	Tecido recoberto			Tecido base	Plano	Etiqueta	Tempo	Comentários
	Referência	Título	Tipo	Referência	[m]	[m]	[min]	
Turno A	B1040886A	470 DTEX 196 220X220	PET	B9040290A	11550	10382	433	1ºSL;4 RL ROMÉNIA;6 DCL;2 SL;6 DCL
	Total				11550	10382	433	
Turno B	B1040886A	470 DTEX 196 220X220	PET	B9040290A	4880	5655	236	1ºSL;4 RL ROMÉNIA;6 DCL;2 SL;6 DCL
	B1040888A	555 DTEX 200X200 Halkide	PET	B9040281A	2200	2026	107	2 RL (FAZER ENSAIOS TIPO 1e2)
	B1040843A	580 DTEX 1140 175X175	PA6.6	B9040249A	4020	3342	139	5 RL
	Total				11100	11023	482	
Turno C	B1040843A	580 DTEX 1140 175X175	PA6.6	B9040249A	1480	2260	94	5 RL
	ST-0750	Change Over SD infantaria					30	
	10246020A	470 DTEX 1140 180X175	PA6.6	B9040217A	3300	3635	151	3 RL
	10053020A	580 DTEX 175X175 RADICI	PA6.6	A4195042A	2200	2120	88	1SL; 1 ROMÉNIA
	11040891A	350 DTEX 1140 180X175	PA6.6	99040260A	3970	2758	115	8 RL
Total				10950	10773	479		

Figura 22 - Plano de produção diário do processo de revestimento

Segundo este plano, os rolos são pedidos aos operadores de movimento através do rádio (*Walkie Talkie*) que depois de tirarem uma listagem do SAP do *stock*, seguindo o FIFO,

abastecem a linha apenas com 6 rolos que é a quantidade que cabe à frente da máquina, mas que normalmente não chega para a produção de um turno de 8 horas (Figura 23).



Figura 23 - Stock de rolos em frente da máquina de revestimento de tecido

O abastecimento do silicone tem de ser feito apenas quando o bidão que está a ser utilizado acabar, porque como se trata de químicos, estes têm de estar armazenados em prateleiras com bacias de retenção e só podem ser retirados no momento que vão para a linha.

Após passarem por todo o processo de revestimento, os rolos são acondicionados e identificados segundo o seu destino, sendo que os rolos que são para abastecer a linha do corte são colocados em *racks* de metal e identificados com a nova referência e quantidade. Os que são para expedir para o cliente final são acondicionados em paletes e além de serem identificados com a referência e quantidade também têm de ser identificados com o nome do cliente. Qualquer um deles têm de ser novamente armazenado e permanecer lá no mínimo 24 horas por questões de qualidade.

No abastecimento da linha de revestimento todo o fluxo de informação é feito através da comunicação por rádio.

2. Corte – Quanto ao processo de corte, no início de cada turno, o responsável pelo processo exporta do SAP o inventário das peças cortadas para um ficheiro de *Excel*, para onde também é exportado o planeamento de produção diário. Em função do *stock* dos componentes que vão ser necessários para a produção de sacos, o corte tem de ajustar a produção de maneira a que consiga garantir as necessidades do turno em questão, caso o turno anterior não o tenha feito, e do turno seguinte (Figura 24).

Bag Number	Fabric	Menor stock	14/ago			15/ago			16/ago			17/ago			18/ago			19/ago			Turnos stock	
			TA	TB	TC																	
34132313A	MMK0009	450																			12	
34328590B	MMK0009	300																				7
34196260D	10052011A	385																				7
34196920E	10052011A	0																				0
34132313A	10052011A	1870																				+15
34139096D	10052011A	930																				8
34139097D	10052011A	1470																				12
34143378C	10052011A	0																				4
34189082B	10052011A	770																				10
34178033D	10052011A	0																				+15
34160695F	10052011A	1108																				+15
34197587D	10052011A	1008																				7
34206807D	10052011A	1020																				10
34202925C	10052011A	1344																				9
34208440C	10052011A	2100																				+15
34221775E	10052011A	0																				8
34207960F	10052011A	1008																				4
34227660C	10052011A	1179																				+15
34231379E	10052011A	1086																				+15
34221774F	10052011A	504																				14
34225361F	10052011A	2066																				+15
34225362E	10052011A	2266																				12
34249193E	10052011A	1344																				7
34281122C	10052011A	1884																				10
34238578D	10052011A	420																				7
34238579D	10052011A	335																				14
34255521D	10052011A	1274																				+15
34295786A	10052011A	1344																				8
34255359E	10052011A	1218																				14
34272633E	10052011A	1008																				+15
34231550C	10052011A	1260																				10
34299878B	10052011A	1560																				8
34291400B	10052011A	433																				8
34328590B	10052011A	0																				7
34312916D	10052011A	534																				13
34334112A	10052011A	462																				+15
34238578D	34206636A	1320																				10
34238579D	34206636A	100																				14
34316119H	34206636A	384																				+15
34196260D	11040891A	0																				7
34178033D	11040891A	0																				+15
34202925C	11040891A	1470																				9
34208440C	11040891A	780																				4
34256376C	11040891A	900																				9
34227660C	11040891A	200																				+15
34231379E	11040891A	780																				+15
34225361F	11040891A	1410																				+15
34225362E	11040891A	1860																				11

Figura 24 - Plano de necessidades de corte

O pedido de rolos, tal como no processo de revestimento, também é feito através do rádio no início de cada turno, sendo que o responsável de turno do corte tem que pedir o necessário para garantir o seu turno e início do turno seguinte e utilizando uma folha na qual constam todas as referências e são apontadas as quantidades necessárias para todo o turno e início do turno seguinte (Figura 25).

Inventário de Tecido			
Identif. linha	Descrição de processo		Produto
Corte	Inventário de tecido em Produção		Cliente
	Metros de tecido 1 camada	Metros de tecido 2 camada	TRW
			Obs.
10052011A	1		
15167011A			
15170720A			
15100710A			
10246010A			
10246020A			
10064010A			
10064020A			
B1040886A	1	2	
11040891A	1		
10053020A			
10053030A			
MMK0005			
MMK0025			
99040184A			
99040030A			
B1040843A	1		
99040237A			
C1040841A	1		
B1040886A			
99040187A			
99040284A			
B9040486A			
B9040083A			
C9040028A			
99040283A			
Plástico	1		

Figura 25 - Modelo utilizado para fazer o pedido dos tecidos para a linha de corte

Dependendo da quantidade de rolos pedidos, estes são colocados o mais perto possível das máquinas de laser, sem terem uma posição específica para cada referência e ocupando um grande espaço no chão de fábrica, que poderia ser aproveitado para outras linhas de produção. Além disso, não há retorno dos rolos para o armazém quando este não é consumido na totalidade, fazendo com que um rolo possa ficar uma semana a ocupar espaço desnecessário (Figura 26).



Figura 26 - Rolos colocados junto à linha do corte

A linha do corte também precisa de ser abastecida com plástico e papel que é utilizado no corte do tecido, como já foi referido no ponto anterior. Estas duas matérias-primas também são pedidas pelo rádio, conforme a necessidade e colocadas perto das máquinas.

3. Costura – O planeamento das linhas de costura, ao contrário dos processos anteriores, já é feito por SAP, tendo em conta os pedidos dos clientes que chegam ao sistema através do sistema *Electronic Data Interchange* (EDI), que é um sistema que funciona como troca de dados entre diferentes empresas. Depois desse planeamento, que é feito uma vez por semana, ajustado sempre que necessário devido a alterações do cliente, o responsável pelo planeamento de produção exporta para um ficheiro *Excel*, para planificar as linhas segundo o número de operários e horas disponíveis. Este ficheiro é elaborado de manhã, mas pode ser ajustado durante o dia, conforme a produção feita ou por alguma eventualidade que possa surgir, como avarias na linha, falta de algum componente interno ou externo, entre outros (Figura 27).

		Plano de produção de costura															
Linha	Referência	Turno A			Turno B			Turno C			Turno F51			Turno F52			Comentários
		Op (op)	Qtd (sacos)	Temp (min)	Op (op)	Qtd (sacos)	Temp (min)	Op (op)	Qtd (sacos)	Temp (min)	Op (op)	Qtd (sacos)	Temp (min)	Op (op)	Qtd (sacos)	Temp (min)	
L02	34105482B	3	370	474													
L03	34178033D	5	226	162													
L05	34256376C				4	174	131	4	637	480							
L05	34138452C				4	521	348										
L06	34202925C							5	597	480							
L11	34328590B	6	486	415													
L15	34255359E	7	450	480	7	420	480										
L16	34189082B	3	547	473													
L17	34196260D	5	444	480													
L19	34165696B	3	453	461													
L21	34227660C	7	431	359	7	319	266										
L21	34291400B	7	34	19													
L21	34208440C				7	260	217										
L24	PA15132054	5	213	278												Terminar paleta	
L25	34100827A				5	704	480										
L28	34276469B				6	226	332										
L28	34276470B				6	101	148										
L31	34156754C				4	69	112										
L31	34141489C				4	227	368										
L34	34238578D	7	349	463	9	465	480										
L35	34197347H				15	800	480										
L37	34197587D	10	417	369	9	490	480										
L37	34272633E	10	37	33													
L40	34231550C	5	773	480	5	756	480	5	175	111							
L40	34299987B							5	518	329							
L40	34330860B							5	60	39							
L42	34231379E	6	549	451													
L42	34295786A	6			6	585	480	6	585	480							
L47	34238447G		68														
L50	34127191E				3	214	480										
L53	34139097D				3	286	480	5	469	473							
L53	34139096D							5	7	7							
L54	34162619E	12	418	476	10	350	479	10	350	479							
L55	34206420F	4	733	480	4	714	480										
L56	34196920E				15	224	164	12	525	480							
L56	34221774F	12	361	457	15	311	315										
L57	34197253B	7	614	262													
L57	34197254B	7	417	178	8	1 295	480										
L58	34206419F	4	733	480				4	714	480							
L59	34266016C				4	348	234										
L59	34277181B				4	366	246										
L60	34266015C				4	714	480										
L61	34207960F	10	278	264				7	355	480							
L62	34216522D	10	16	15													
L62	34216523D	10	410	394	6	300	480	6	300	480							
L63	34225361F	5	16	14													
L63	34225362E	5	450	399													
L63	34255521D				5	422	346										
L63	34334112A	5			5	150	133										
L64	34249193E							7	680	480							
L65	34281122C	5	538	441				5	586	480							
L66	34238468B				3	300	480										
L67	34238739D	7	384	415													
L67	34238738D	7	4	4	8	510	480	8	510	480							
L69	34269203D	4	307	462													
L69	34269204D	4	86	130													
L73	34316119H				3	815	443										
L73	34316120H				3	67	36										
Totais		213	11 612	10 267	201	13 503	11 516	99	7 068	6 237							

Figura 27 - Plano de produção diário

As linhas de costura são abastecidas com componentes que são cortados na linha do corte e com outros componentes que vêm diretamente do armazém, tal como fios, tiras, etiquetas, consumíveis e embalagens, sendo eles abastecidos de diferente forma, dependendo do tipo de matéria-prima:

- **Abastecimento de Fios, tiras, etiquetas, consumíveis e embalagens**

Como já foi mencionado, após chegarem dos diversos fornecedores, este material é armazenado nos locais já definidos para cada tipo de material. Depois de estar armazenado, este material não vai diretamente para as linhas, mas sim para um armazém intermédio, isto é, uma espécie de supermercado que está localizado em cada piso e que se situa na área das linhas de produção. Os operários, conforme vão necessitando, dirigem-se a esse supermercado, que tem a identificação de cada referência, e pegam no material que precisam (Figura 28).



Figura 28 - Supermercado dos componentes mais pequenos

Todos os dias é feito um inventário aos dois armazéns, dos dois pisos, e é preenchida uma folha que contém todas as referências que são armazenadas neste supermercado. Nessa folha é colocada a quantidade que existe de cada referência e é colocada a quantidade que é preciso repor, quantidade que depende muito do consumo de cada referência. Essa folha é entregue aos operadores de movimentos que procedem ao abastecimento desse supermercado logo no início do turno da manhã. No entanto, a maior parte das vezes o material que está no supermercado não chega para um dia completo de trabalho e quando isso acontece, é preciso pedir, através do rádio, ao operador de movimento que volte a abastecer as referências em falta (Figura 29).

- **Abastecimento de peças de corte interno e externo (peças que vêm do fornecedor)**

Antes de explicar como é feito este abastecimento é necessário explicar as alterações que já foram feitas até ao momento em relação a este ponto, porque este tipo de abastecimento já sofreu algumas alterações significativas e positivas ao longo dos últimos anos.

Num primeiro momento, todas as peças necessárias para a produção dos sacos apenas eram cortadas internamente, sendo a fábrica o único fornecedor. Utilizando o ficheiro *Excel* representado na Figura 24, as peças eram cortadas conforme as necessidades de produção e depois eram depositadas num tipo de contentor plástico existindo um por linha. Este contentor podia estar localizado perto da linha ou não, sendo que quando se encontrava longe da linha ele estava identificado com o projeto a que se referia. O contentor não continha compartimentos, sendo que as peças apenas estavam separadas por lotes e referência, cada lote estava preso com fita-cola (Figura 30).



Figura 30 - Imagens dos contentores de plástico com peças cortadas

Além do espaço que estes contentores ocupavam na linha e na área de produção, os operadores tinham de fazer movimentos constantes para procurar as peças que precisavam, causando perda de produtividade, tinham que as procurar dentro do contentor, que causava problemas ergonómicos, os *stocks* eram elevados e não era possível obedecer ao FIFO, porque sempre que se cortava mais um lote de determinada peça, era colocada por cima das outras e não por baixo.

Devido a estes problemas e desperdícios, foi necessário fazer uma alteração que implicou alterações nas embalagens utilizadas, na própria linha e no sistema, implementando-se o chamado *PP-Kanban*.

O *PP-Kanban* é um módulo do sistema operativo SAP, que significa *Production Plan Kanban*. Neste caso específico, o operador da linha solicita a reposição de uma

referência e o operador de movimentos recebe a mensagem do pedido, vai buscá-la ao armazém onde se encontra e abastece a linha. Para introduzir este sistema na linha era preciso adaptar o sistema já existente em todas as linhas, o SIRIOL.

SIRIOL

O SIRIOL, Sistema de Informação de registos de Intervenção Online, é um programa informático desenvolvido pela equipa de informática da empresa com o intuito de automatizar o processo, fazendo uso das ferramentas já existentes, como os computadores de rastreabilidade e rede de dados, e de eliminar o volume de papel utilizado.

O SIRIOL foi-se desenvolvendo em várias etapas até chegar à sua utilização atual, seguindo esta ordem:

- Inicialmente foi criado para os operadores abrirem registos de intervenção (R.I.'s) para resolver avarias na linha, para evitar que os operadores tivessem de se deslocar à área de manutenção e deixar um pedido por escrito. Além da abertura de R.I.'s, com este programa também é possível colocar os R.I.'s em curso e fechá-los e visualizar todos os R.I.'s abertos na fábrica, funções que são direcionadas para os técnicos de manutenção. Nessa mesma fase, desenvolveu-se este sistema para outras funções como: chamar o condutor de linha e os operadores de movimento no caso de um contentor estar concluído. Estas melhorias no sistema levaram a uma melhor gestão, maior comodidade e mais rendimento.
- Numa segunda fase melhorou-se a recolha no produto terminado que até ao momento era só uma chamada para recolha de contentor, mas que se desenvolveu de forma a identificar o tipo de embalagem, contentor, palete, carrinho, introduziu-se uma opção de pedido de contentor/embalagem vazia para abastecer a linha.
- Nesta fase seguinte introduziu-se no sistema a opção de pedido de novos contentores metálicos, introduziu-se uma opção de chamada de qualidade e iniciou-se o processo de pedido de pequenos componentes como os fios, mas esta função não chegou a ser utilizada.
- Noutra fase, e uma vez que a empresa começou a comprar peças a fornecedores externos, deixando de cortar tudo internamente, aproveitou-se a opção de pedido de pequenos componentes para desenvolver e passar a utilizá-la para as linhas fazerem os pedidos das peças externas, continuando a não a utilizar para o pedido

de fios. Este pedido de peças era feito manualmente, tendo os operadores que registrar no sistema a peça que pretendiam e os operadores de movimento consultavam esse pedido no computador, pedindo depois o material ao armazém.

- Finalmente chegou-se à fase em que o SIRIOL foi adaptado para permitir a realização de leitura de material no sistema de *PP-Kanban*. Para isso, foi necessário introduzir um *software* no servidor que realiza a comunicação entre o SAP e o SIRIOL. Este *software* verifica todos os pedidos das linhas de produção e envia as solicitações para SAP segundo a chegada de pedidos, recebendo, ao mesmo tempo, o *feedback* por parte do SAP se há possibilidade de efetuar o pedido.

Como há muitos modelos e cada modelo pode ter uma variedade de componentes ou peças cortadas, cada linha tem uma lista por modelo com um código de barras por componente.

Este *software* funciona da seguinte forma:

1. O operador abre o programa SIRIOL e seleciona o menu que vai utilizar, neste caso o *PP-Kanban*;
2. Utilizando um cartão *Kanban* onde contém o código de barras com todas as referências que são utilizadas na linha em causa, lê o código da referência que necessita com o *scanner*;
3. Esta leitura gera um registo que em menos de um minuto realiza a sincronização com o SAP. Enquanto esta sincronização não é realizada o estado do registo encontra-se em branco;
4. Após a sincronização com SAP o programa poderá apresentar três estados: verde, se o pedido foi realizado com sucesso; amarelo, se o pedido foi realizado, mas não há *stock* e passará a verde quando entrar *stock* no supermercado; vermelho, quando o pedido não foi realizado, por problemas de rede e o operador terá de chamar o condutor de linha;
5. No caso de aparecer o estado verde, será emitida uma ordem de transporte que será recolhida pelo operador de movimentos que conduz o comboio logístico (MIZU), permitindo assim que no circuito seguinte seja repostado o material na linha que o solicitou.

Com este novo método, as peças quando saem do processo de corte deixam de ser colocadas em contentores, como foi mostrado acima, e passam a ser armazenadas no supermercado de sacos, segundo a localização indicada pelo sistema e depois, sempre que a linha pedir, são retiradas desse supermercado e colocadas num armazém intermédio, perto da linha, chamado de bordo de linha (Figura 31).



Figura 31 - Imagens do novo supermercado de peças cortadas

Com esta implementação do *PP-Kanban* no abastecimento das peças cortadas, reduziu-se o *stock* de peças, que passaram a ser controladas pelo FIFO; começaram-se a utilizar caixas individuais, dependendo do tamanho das peças; houve um aumento da produtividade, uma vez que o material é colocado na linha e houve um aumento de linhas de produção devido ao espaço físico que se libertou com a eliminação dos contentores plásticos, e diminuiu-se os problemas ergonómicos.

Esta implementação ainda não foi feita em todas as linhas, faltando alterar aquelas que só produzem referências de baixa cadência ou chamadas *low runner*.

4. Aplicação do *Value Stream Mapping*

A empresa já implementa, no dia-a-dia, várias ferramentas *Lean*, procurando sempre melhorar os processos de maneira a reduzir cada vez mais os desperdícios.

Com o intuito de perceber como funciona o fluxo de informação e material do produto terminado, achou-se que seria uma mais valia desenhar um mapa de fluxo de valor, para perceber como e onde se podem reduzir desperdícios e melhorar a cadeia de valor. De seguida serão descritos os passos implementados na aplicação do VSM a um produto de elevada cadência.

4.1 Escolha de referência e constituição da equipa

Um mapa do fluxo de valor de um produto não pode ser elaborado apenas por uma pessoa, mas sim por um conjunto de especialistas dos vários departamentos, uma vez que envolve processos diferentes que só podem ser bem trabalhados com o conhecimento alargado do seu funcionamento.

O processo iniciou-se com um *Workshop*, com a duração de dois dias, onde participaram vários elementos dos diferentes departamentos:

- Produção – constituído pelo diretor de produção e por um responsável de cada processo (corte, revestimento e costura);
- Industrialização – constituído por engenheiros que fazem os planos dos sacos e por um responsável por medir tempos;
- Logística – constituído pelo responsável de logística, e por responsáveis de aprovisionamento, incluindo a autora;
- Melhoria contínua – representado pelo responsável de projetos de melhoria contínua da fábrica.

Este Workshop foi coordenado por dois colaboradores, que pertencem ao departamento de *Manufacturing Strategy* do grupo ZF, que se deslocaram à empresa para orientar e ajudar a construir um *Value Stream Mapping*, uma vez que apesar de ter sido uma ferramenta *Lean* já utilizada na fábrica, nunca tinha sido coordenada por um especialista nessa área (Figura 32).

Agenda Value Stream Mapping

Nr	O QUÊ	Quanto tempo	Quando
Terça-feira 22.10.			
1	Apresentações	30 min	08:00-08:30
2	Expectativas para o Workshop	30 min	08:30-09:00
3	Introdução ao método e resumo das diretrizes	90 min	09:00-10:30
4	Definir o produto ou a família de produtos	60 min	10:30-11:30
	Almoço	60 min	11:30-12:30
5	Desenhar o mapa do estado atual (chão de fábrica)	270 min	12:30-17:00
Quarta-feira 23.10.			
6	Desenhar o mapa do estado atual em conjunto na sala	240 min	08:00-12:00
	Almoço	60 min	12:00-13:00
7	Identificar os desperdícios e definir os Kaizens	120 min	13:00-15:00
8	Próximos passos e feedback.	90 min	15:00-16:30

Figura 32 - Agenda do Workshop

Depois de uma breve apresentação da agenda do *Workshop* e de uma introdução ao método e resumo das diretrizes, passou-se para o primeiro passo que é a escolha do produto ou família de produtos, que tal como defendem Rother, M. & Shook (2003), é o primeiro passo para se desenhar uma mapeamento de fluxo de valor.

Para escolher o produto ou a família de produtos teve-se em conta os seguintes pontos:

1. Escolher o cliente face ao volume de vendas;
2. Escolher o produto, de preferência que ainda não tivesse sido mapeado;
3. Escolher um produto que passasse pelos 3 processos para ser produzido;
4. Analisar se a linha estava a trabalhar aquando do mapeamento do estado atual.

Uma vez que o principal cliente, aquele que contribui para o maior volume de vendas e que tem pedidos diários é a fábrica dos módulos, a Safebag, seria o mais indicado para ser analisado, até porque a redução de qualquer desperdício encontrado neste fluxo de valor seria uma mais-valia para a empresa em geral. Dentro de uma variedade de produtos que são produzidos para este cliente, era preciso escolher um que por um lado, ainda não tivesse sido analisado em VSM anterior e que, por outro lado, fosse um produto chamado *high runner*, ou seja, um produto com um volume de vendas diárias consideráveis. Além disso, também se chegou à conclusão que ao escolher o produto teria que ser um, cuja matéria-prima passasse pelos 3 processos fundamentais da fábrica (revestimento, corte e costura), uma vez que um dos objetivos deste VSM seria analisar todos os

desperdícios que se podiam encontrar nestes processos e implementar melhorias nos mesmos para que se tornassem mais eficientes e acrescentassem valor ao produto. Posto isto, o produto escolhido teria de ser produzido com o tecido que teria de passar pelo processo de revestimento que depois seria cortado em componentes que seriam utilizados para produzir o produto final.

Escolhida a referência do projeto A, ainda era necessário averiguar se a linha estava a trabalhar quando seria feito o mapeamento do estado atual, uma vez que nem todas as linhas trabalham todos os dias os 3 turnos, variando conforme os pedidos e conforme disponibilidade de mão-de-obra.

4.2 Desenvolvimento do *Value Stream Mapping*

Após a escolha da referência passou-se para o passo seguinte que seria o desenho do estado atual do fluxo de valor da referência escolhida. Tal como defendeu Rother & Shook (2003) e também na opinião do coordenador do *Workshop*, numa primeira fase é fundamental pegar num papel e lápis e passar por cada etapa e processo no chão de fábrica para se perceber como funciona o fluxo do material e da informação. Cada um dos participantes pegou numa folha modelo distribuída pelo coordenador que é da autoria da própria empresa e nela está explicitada a simbologia que vai ser utilizada para desenhar o mapa do estado atual, simbologia essa já apresentada no capítulo da revisão da literatura. Esta simbologia foi apresentada pelo coordenador que explicou o significado e a utilidade de cada um dos símbolos (Figura 33).

Análise do Fluxo de Valor			
Dados básicos		Comentários	
Data e Turno		Fam. Prod. Considerada (Cód. / Part Number)	
Área analisada		Demanda diária	
Elaborador		Takt time no fluxo de valor	

Colocar o consumidor final no mapa	Colocar o produto no mapa	Colocar o cliente no mapa	Colocar o fornecedor no mapa	Colocar o material no mapa

Figura 33 - Folha utilizada para o desenhar o estado atual

Cada um pegou numa folha modelo e num lápis e a equipa dirigiu-se para o chão de fábrica para começar a desenhar o mapa atual. No entanto, quando se desenha um mapa do fluxo de valor, a primeira etapa é o consumidor final, fazendo com que o desenho seja elaborado do fim para o início. Para começar pelo consumidor final, a equipa dirigiu-se em primeiro lugar ao armazém, local onde é expedido o produto final para o cliente. Como já foi mencionado, o cliente final do produto selecionado é a outra empresa do grupo, a Safebag, que se localiza a 10 km. O produto final é transportado através de um camião interno que de 3 em 3 horas faz um circuito de uma fábrica para a outra. Este camião transporta o material que a fábrica dos *airbags* necessita para trabalhar durante 3 horas. Esta gestão das necessidades é feita através da exportação de SAP das necessidades da Safebag e do *stock* da Safelife para um ficheiro *Excel* que cruza estas informações para a partir daí criar uma *picking list* do material que vai ser necessário enviar no camião interno.

Posto isto, o ponto de partida teria de ser o cais onde se encontrava o camião interno para averiguar se no momento este iria transportar o produto em questão e contabilizar o *stock*. Verificou-se que não havia *stock* desse produto nem no camião, nem em preparação para expedição naquele momento.

De seguida passou-se para o armazém do produto terminado, onde se verificou que estavam armazenados 18 carrinhos, tendo cada carrinho 72 sacos divididos por 6 caixas, deste produto, que perfaz um total de 1296 sacos em armazém, inventário que foi anotado no desenho.

Entre o armazém e os processos de fabrico do produto, ainda existem dois processos extra que são o muro de qualidade (DLN) e o detetor de metais. Antes de ser registado em sistema como produto terminado, este ainda tem que passar sempre pelo detetor de metais, que é uma máquina onde o operador de movimentos, antes de registar o produto em SAP, tem de colocar todas caixas, uma por uma, para ver se ela não deteta algum tipo de metal que possa ter entrado para o saco, ou que possa estar no meio dos sacos. Se por acaso, a máquina detetar algum erro, o operador tem de tirar os sacos das caixas e voltar a passar sem ela, porque por vezes pode ser algum tipo de impureza que esteja na caixa e não propriamente um metal. Em relação ao DLN, é um posto onde estão operadores da qualidade a inspecionar o produto após ter saído da linha. No entanto, nem todos os produtos têm de passar por esse posto, passando apenas nos seguintes casos:

- No caso de ser um projeto novo, têm de ser inspecionadas 3000 peças seguidas que estejam em conformidade, porque se a peça 2999 não estiver em conformidade, têm de voltar a ser inspecionadas mais 3000 peças;
- No caso de se detetar algum problema com alguma máquina na linha, os sacos têm de passar sempre pela inspeção até esse problema estar resolvido;
- No caso de se detetar algum saco que não esteja conforme, têm de ser inspecionados todos os sacos daquele turno e do anterior;
- No caso de o projeto mudar de uma linha para a outra, também têm de ser inspecionadas 3000 peças em conformidade.

O ideal seria não ter muitos projetos a passar por este posto, porque é necessário ter uma equipa de uma empresa externa que faça esta inspeção, o que acarreta custos elevados para a empresa.

No caso do produto que está a ser analisado, estavam 72 peças, um carrinho, no posto do detetor de metais e estavam 3 carrinhos, 216 peças, no posto de DLN para serem inspecionados, isto porque na altura o saco, como é grande e tem costuras que são feitas manualmente, estava a dar alguns problemas em relação a essas costuras, porque estavam a sair com rugas. Após fazerem um estudo do problema, o departamento de qualidade conseguiu contornar o problema, colocando um anti erro para uma correta posição das peças e criando um segundo plano de inspeção no fim da operação de costura manual. Depois disso, foram inspecionados 3000 sacos que estavam em conformidade e este produto deixou de passar pelo posto de DLN em dezembro de 2019.

Uma vez que a linha que fabrica este produto encontra-se localizada no piso 1, o produto terminado tem de descer para o piso 0, onde se encontra o armazém, por um elevador. Posto isto, era fundamental confirmar se havia algum *stock* a sair do elevador, onde se confirmou que estava um carrinho com 72 peças.

O passo seguinte foi passar para o processo de costura, no caso a equipa dirigiu-se à linha 34, que é a linha que faz este produto, para recolher todos os dados essenciais sobre a produção da linha e *stock* de material.

Esta linha além de fazer este modelo faz também outra referência, esta com pedidos mais reduzidos. Além de terem sido recolhidos dados sobre o *stock*, também foram anotados no desenho dados específicos da linha, como o tempo de ciclo, o número de operários, o número de turnos, o número de sacos por hora, entre outras. São informações que são essenciais para se ter um mapa completo.

Em relação ao *stock*, como foi referido no ponto 4.1, a equipa decidiu que seria importante analisar um produto, cuja matéria-prima passasse por todos os processos. Sendo assim, e apesar de este produto consumir vários componentes, neste desenho do estado atual só iria ter em conta os componentes cortados internamente, pondo de parte os pequenos componentes que vêm dos fornecedores, até porque o que se pretendia era analisar e encontrar soluções para os desperdícios encontrados nos 3 processos da fábrica. Dentro dos componentes cortados internamente, que são utilizados para produzir a referência escolhida, também foi preciso selecionar apenas 2, até porque era o suficiente para analisar o fluxo. Para se ter um desenho o mais próximo possível da realidade teriam que ser contabilizadas todas as peças que formam a árvore do produto (BOM), mas seria um trabalho muito moroso e que não seria importante para este projeto, uma vez que o objetivo é encontrar e eliminar os desperdícios de uma forma geral de todo o fluxo de material, que passa por todos os processos.

Na escolha das duas referências também se teve o cuidado de escolher duas que fossem cortadas com dois tipos de tecidos, um que passa pelo processo de revestimento e um que vem diretamente do fornecedor para a linha do corte. Além disso, também se decidiu escolher um componente maior, chamando de painel, e outro mais pequeno, chamado de reforço.

Ainda na linha, fez-se a contagem de quantas peças havia de cada um dos componentes e quantos sacos estavam em curso, na altura 12 sacos. De seguida, fez-se a contagem do material que estava no bordo de linha, espécie de supermercado localizado junto à linha, e do que estava armazenado no supermercado de peças.

Finalizado o desenho do processo de costura, passou-se para o processo seguinte, o corte. Neste processo verificou-se que no momento, não se estava a cortar componentes para a linha que estava a ser desenhada, mas constatou-se que junto à linha de corte havia *stock* dos tecidos que são utilizados para cortar componentes para a referência em questão. Pelos metros de tecido que estavam em *stock*, fez-se a divisão para ver quantas peças de cada referência representavam esses

metros, no entanto não se pode considerar um *stock* muito real pelo menos no caso do tecido revestido, porque esse é utilizado para outros projetos. No caso do tecido que vem diretamente do fornecedor para o corte, esse apenas entra neste projeto.

Tal como foi feito no processo de costura, também nesta linha foram recolhidos dados específicos dela.

Como já foi referido no capítulo anterior, o abastecimento da linha de corte é feito no início do turno, por isso era necessário confirmar se não estava nenhum rolo no elevador que tenha acabado de ser pedido. Uma vez que não existia *stock* de tecido no elevador, a equipa voltou a descer ao piso 0 para passar agora para o último processo, o do revestimento de tecido.

Depois de recolhidos os dados específicos da linha, constatou-se que na altura não estava a ser revestido nenhum rolo de tecido da referência em causa, a única coisa que se podia contabilizar seria o silicone. No entanto, o silicone que estava na máquina no momento é utilizado para vários tecidos e tem de estar sempre um bidão na linha, por isso, embora se tenha contabilizado para quantas peças daria, não iria ser considerado no desenho do estado atual.

Por último voltou-se ao armazém para contabilizar o *stock* que lá se encontrava dos tecidos e do silicone. Apesar de também se ter apontado as quantidades que estavam armazenadas, não se contabilizou na linha do tempo o tecido base porque é material que está no armazém à consignação, ou seja, só é faturado a partir do momento que é consumido e por isso não influencia no inventário. Ao mesmo tempo também se confirmou que não havia *stock* em trânsito do fornecedor para a fábrica. No entanto, em armazém havia *stock* de tecido já revestido que é usado para produzir a referência em análise e esse sim tinha de ser considerado na linha do tempo.

Depois de cada um ter feito o seu desenho do estado atual conforme se percorria todo o fluxo de material, chegou a altura de juntar esses desenhos num só (Anexo). Para isso, utilizou-se uma folha de papel castanho grande e colou-se na parede da sala. A ideia seria construir em equipa um só desenho do estado atual, utilizando para isso, recortes dos vários símbolos, segundo a tabela da simbologia apresentada no capítulo 2. Este foi o momento em que todos colaboraram, segundo o que tinham encontrado no chão de fábrica, e foram construindo um só desenho.

Terminado o percurso do fluxo de material, teria de se acrescentar todo o fluxo de informação, que só era possível depois de se ter acabado o fluxo do material. Este fluxo de informação não se baseava apenas em como funcionava a passagem de informação dentro da fábrica, em cada um dos processos, mas também do fluxo de informação entre a fábrica e o cliente e entre a fábrica e os fornecedores.

Internamente este fluxo de informação é feito recorrendo a diferentes meios:

- Utilização do sistema operativo SAP;
- Utilização de ficheiros em *Excel*;
- Utilização de formulários pré-definidos;
- Utilização de *Walkie talkies*.

Em relação aos clientes e fornecedores, este fluxo é maioritariamente feito através do SAP, ou mais precisamente de EDI, recorrendo por vezes também ao *email* para esclarecimento de dúvidas ou emergências que possam surgir. No caso deste cliente específico, que é um cliente interno, apesar dos pedidos chegarem através do SAP, os dados são extraídos para um ficheiro *Excel*, como se tinha referido anteriormente.

Para concluir o desenho faltava construir a linha do tempo, que seria calculada tendo em conta o *stock* que tinha sido apontado ao longo do percurso por todos os processos e tendo em conta os pedidos diários do cliente, que neste caso eram de 1200 peças por dia. Nesta linha de tempo teria de estar representado o tempo de espera ou o tempo parado, que se traduz no inventário, e o tempo de processamento, que é o tempo que leva uma peça a passar por todos os processos. A soma destes dois tempos resulta no *lead time*.

Com todos os passos concluídos, obteve-se o desenho do estado atual do fluxo de valor representado na Figura 34.

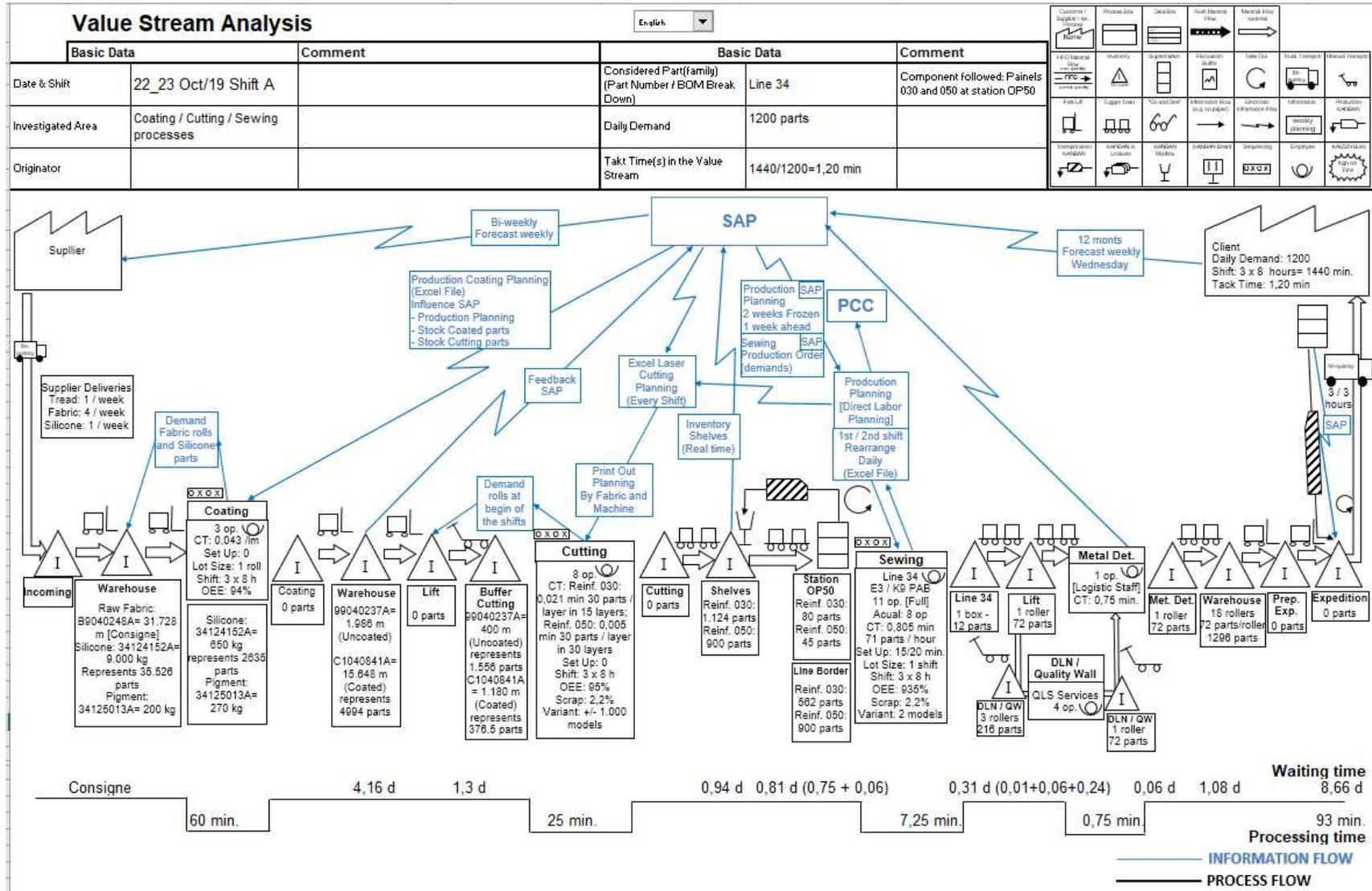


Figura 34 - Mapa do desenho do estado atual

Depois de se ter desenhado o estado atual do fluxo de valor, era preciso analisar cada processo e tentar perceber onde é que estão os desperdícios, ou onde é que se pode fazer alguma melhoria para acrescentar valor ao produto.

4.3 Identificação dos desperdícios

Com o mapa do fluxo de valor construído era mais fácil perceber em que processos ou etapas existiam desperdícios e assinalá-los. Nesta fase cada um pegou num símbolo que representa um *Kaizen* e escreveu qual a melhoria que se deveria fazer e em que processo. Depois de identificados os *Kaizen*, estes foram colocados no desenho do estado atual, exatamente onde é que se encontrava o desperdício que tinha de ser melhorado. À medida que se foi colando esses *Kaizen* também se foi discutindo o porquê de se colocar determinado *Kaizen* e também se seria possível implementar uma melhoria para eliminar esse desperdício.

No caso desta empresa, e uma vez que existe mesmo um responsável dedicado à melhoria contínua, já se vão tomando ações, sempre que algum desperdício é encontrado, para melhorar os processos. No entanto, há sempre melhorias a fazer, que podem não ter efeitos no momento, mas que vão ser uma mais-valia num futuro próximo.

Com os *Kaizen* identificados, o desenho do estado atual ficou completo como se pode verificar na Figura 35.

4.3.1 Descrição dos desperdícios e oportunidades de melhoria

As onze oportunidades de melhoria encontradas foram as seguintes:

- 1. Eliminar o *buffer* e reduzir o *lead time*** – Na altura da realização deste *Workshop* o que estava estipulado era que a empresa tivesse um *stock* de segurança (*SS*) de 2 dias naquelas referências com maior cadência, como é o caso da que foi analisada. No entanto, uma vez que existe um transporte interno de 3 em 3 horas e os pedidos estão congelados durante duas semanas, haveria a possibilidade de eliminar este *buffer* e deixar de produzir para *stock*, mas sim diretamente para o cliente, *Just in Time*.
- 2. Pedido de pequenos componentes através do *PP-Kanban*** – Como já se tinha referido no ponto 3.4.4.1, os pequenos componentes, como é o caso dos fios, das etiquetas e outros materiais que completam o saco, são abastecidos pelos operadores de armazém num supermercado intermédio. Quando são necessários, são os próprios operários que têm de se deslocar a esse supermercado para abastecer a linha. Esse supermercado não se situa no centro de todas as linhas, o que causa movimentos desnecessários e tempos de espera, porque um dos operadores tem de sair da linha durante algum tempo. O ideal seria adaptar o sistema para que o abastecimento destes pequenos componentes fosse feito também através do *PP-Kanban*.
- 3. Identificar em SAP as linhas por projeto** – Em SAP as linhas não estão identificadas por projeto, existindo apenas uma localização geral para todas as linhas. Uma vez que existem componentes que são utilizados em várias linhas, não se consegue identificar pelo sistema onde se encontra o *stock* de um componente. Além disso, a partir do momento que os pequenos componentes são abastecidos nos supermercados intermédios, informaticamente também estão na mesma localização das linhas. Esta situação faz com que seja mais complicado identificar os erros de *stock* e em que linha é que existe um desvio maior. O ideal seria cada linha estar identificada em sistema, para ser possível resolver os problemas dos erros de *stock* com maior rapidez e eficácia.
- 4. Eliminar o bordo de linha e colocar os componentes diretamente na linha/operador** – Quando a linha faz um pedido através do *PP-Kanban* de alguma peça cortada, os operadores de movimento não abastecem diretamente a linha, mas sim o bordo de linha, que é um pequeno supermercado que se encontra perto da linha. O ideal seria que todos

esses componentes fossem abastecidos diretamente na linha, para evitar movimentos desnecessários dos operários e reduzir o *stock* de peças na linha.

5. **Definir as quantidades necessárias a cortar com base no tempo de reabastecimento das linhas** – De forma a reduzir o inventário de peças cortadas que se encontra no supermercado de peças, a linha de corte deveria cortar de acordo com o necessário para reabastecer a linha para o turno seguinte.
6. **Implementação do programa CCSys na linha do corte** – Neste momento a linha de corte não tem programa de configuração definido, tendo de se recorrer a vários ficheiros em *Excel*. Tendo em conta que existem mais de 500 referências de peças cortadas e que cada uma tem de conter várias informações vindas de todos os departamentos, são vários ficheiros necessários que poderiam ser concentrados apenas num programa, o *Cutters Control System (CCSys)*. Este programa é utilizado já numa empresa do grupo no México, no entanto ainda teria de ser adaptado, porque lá ainda utilizam ficheiros *Excel* paralelos. Este programa ajudaria a fazer uma configuração mais rápida e eficaz, uma vez que todos teriam acesso a esse programa e colocariam toda a informação necessária num só ficheiro.
7. **Cortar as peças diretamente para o sistema operativo SAP** – Após serem cortadas, as peças não entram diretamente no sistema SAP. Quando estão a ser cortadas, o *software* interno, o SIRIOL, apenas permite que se imprima uma etiqueta de rastreabilidade, que contém as informações do lote, quantidade, referência. Só depois de serem cortadas, e as maiores inspecionadas, é que se dá entrada delas no sistema. Isto causa tempos de espera, porque a linha pode estar a pedir uma referência que já está cortada, mas que como não está em sistema, é como se não existisse. Além disso, também há movimentos desnecessários, porque o operador acaba por ter de registar a mesma referência 2 vezes. Esta etapa também pode ser considerada um desperdício do processo.
8. **Fazer o planeamento da linha do corte através do SAP** – Como já foi referido no ponto 3.4.4.1 a linha de corte é planeada através de um ficheiro *Excel*, de onde sai um plano que é ajustado pelo chefe de turno da linha. Ao não ser planeado por SAP, o chefe de turno adapta o plano conforme acha necessário, não seguindo muitas vezes as necessidades reais adiantando produção e aumentando o inventário, enquanto se fosse planeado por SAP, teria de obedecer às ordens de produção que estão no sistema.

9. **Pedido de rolos para a linha de corte através do *PP-Kanban*** – À semelhança do que já acontece no processo de costura em que os componentes são pedidos através do *PP-Kanban*, poder-se-ia começar a utilizar o mesmo sistema para fazer o pedido de rolos para o processo de corte. Além de diminuir o inventário e melhorar o *layout* da linha, libertando espaço que pode ser aproveitado para expandir as linhas e conseqüentemente aumentar a produtividade, também irá diminuir os movimentos desnecessários, uma vez que abastecem a linha apenas quando necessário e reduz os tempos de espera de paragem da linha, porque os pedidos são feitos através do sistema o que diminui o risco de os operadores se esquecerem de abastecer, como acontece agora que o pedido é feito por papel ou rádio.

10. **Fazer o planeamento da linha de revestimento de tecido através do SAP** – Mais uma vez seria essencial eliminar os planos feitos através de um ficheiro *Excel* e planejar a linha de revestimento através do SAP, uma vez que à semelhança do que acontece com o corte, ao não haver um planeamento no sistema, há sempre a possibilidade de alterar o plano e adiantar produção, o que leva a um aumento de inventário. Sendo planeado pelo SAP, as ordens de produção têm de ser cumpridas para haver um nivelamento das necessidades e conseqüente redução do inventário de material revestido.

11. **Pedido de rolos e silicone para a linha de revestimento através do *PP-Kanban*** – Na linha do revestimento, para melhorar o *layout* na linha e conseqüentemente reduzir o inventário da mesma, evitar tempos de espera de possível paragem da linha e movimentos desnecessários, seria também fundamental introduzir o sistema de *PP-Kanban*. Há semelhança do que acontece no processo de corte, os pedidos pelo rádio ou através de um plano acabam por não ser os mais eficazes e causar os desperdícios referidos anteriormente.

Com os onze desperdícios encontrados e com a implementação das melhorias propostas, seria possível reduzir o tempo de espera, o que levaria a uma redução do *lead time* de 3,92 dias, uma vez que se passaria de um tempo de espera de 8,66 dias para 4,74 dias. Depois de implementadas todas as medidas, o desenho do mapa futuro do fluxo de valor seria o que está representado na Figura 36.

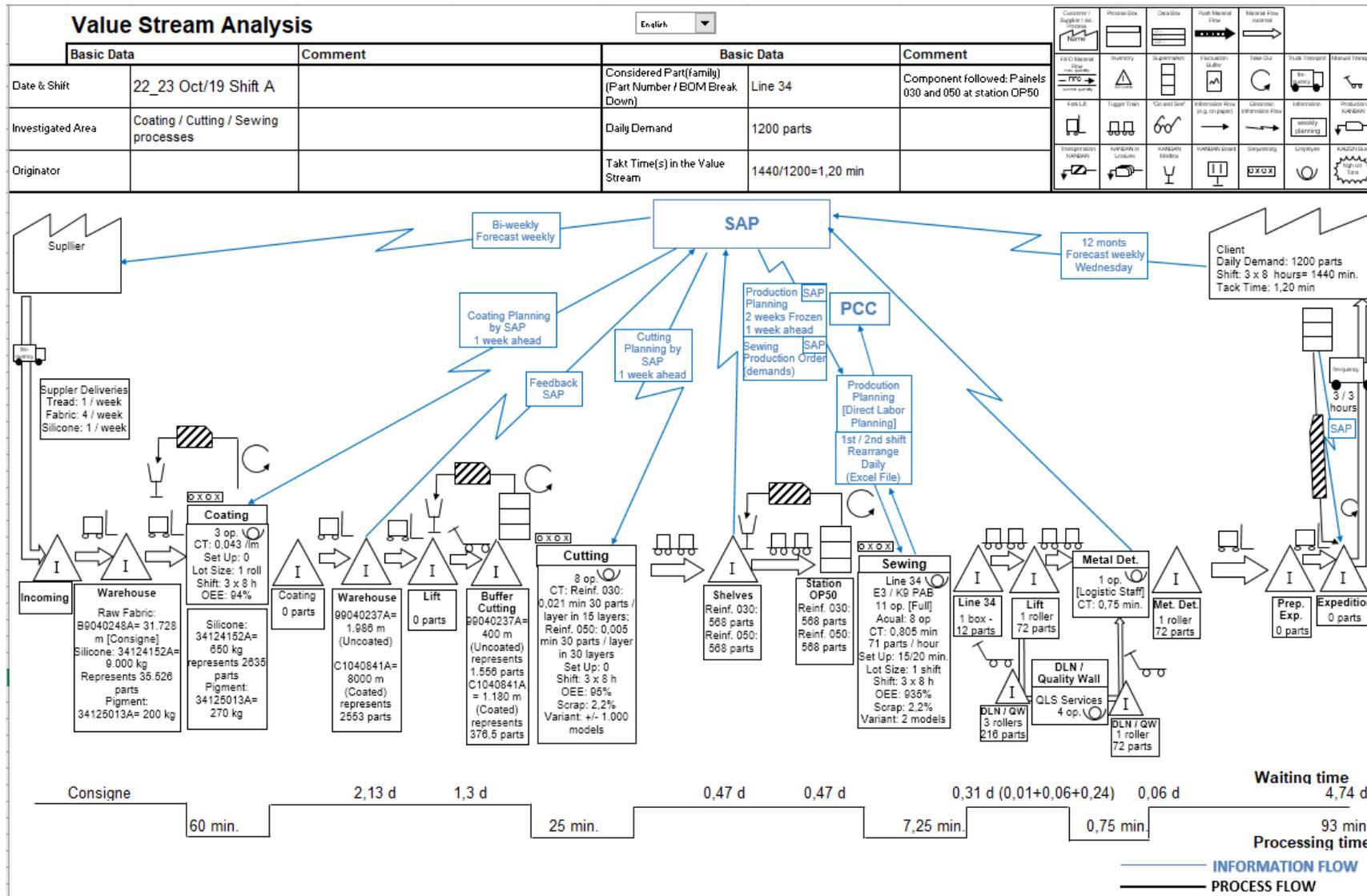


Figura 36 - Mapa do fluxo de valor do estado futuro

4.3.2 Plano de ações

Depois de desenhado o mapa do estado atual, de se terem identificado os desperdícios e de definir os *Kaizen*, a equipa voltou-se a reunir para definir o plano de ações para eliminar os desperdícios encontrados e analisar se essas ações podem ser implementadas ou não.

Para elaborar este plano utilizou-se a ferramenta 5W2H, que é uma ferramenta muito utilizada na gestão empresarial e que funciona como uma *check list* das melhorias que foram encontradas no desenho de estado atual, definindo as ações, os prazos e os responsáveis por essas implementações, envolvendo toda a equipa no processo. No entanto, neste caso específico, esta ferramenta foi adaptada para 5W1H, uma vez que o segundo H se prende com custos que não é um parâmetro que vai ser analisado neste projeto. Sendo assim, substitui-se esse segundo H pela decisão que a equipa tomou sobre a implementação da melhoria, se seria possível implementar ou não. No plano abaixo as decisões estão assinaladas com as cores vermelha, amarela e verde, segundo a sua implementação (Tabela 3).

Tabela 3 - Plano de ações. Ferramenta 5W1H

O quê? (What?)	Porquê? (Why?)	Onde? (Where?)	Quando? (When?)	Quem? (Who?)	Como fazer? (How?)	Decisão
1. Reduzir os dias de <i>stock</i> de sacos ou eliminar o <i>stock</i> de sacos no armazém.	Para eliminar o <i>buffer</i> e diminuir o <i>lead time</i> .	Armazém	Maio 2020	Responsável de Logística	Ajustar os dias de SS, diminuindo os dias de <i>stock</i> ou eliminar esse <i>stock</i> .	Sim
2. Pedido de pequenos componentes através do PP- <i>Kanban</i> .	Para diminuir os movimentos e o <i>stock</i> .	Costura	Março 2020	Departamento de produção	Implementar o módulo PP- <i>Kanban</i> para fazer os pedidos dos componentes mais pequenos, como os fios, as tiras e etiquetas.	Sim
3. Identificar em sistema (SAP) as linhas por projeto.	Para identificar mais facilmente os erros de <i>stock</i> e controlar o inventário.	Costura	Janeiro 2020	Departamento de Logística	Em vez de existir apenas um armazém de costura em sistema, cada linha estaria identificada por projeto. É necessário fazer alterações no sistema.	Sim
4. Eliminar o bordo de linha e colocar os componentes diretamente na linha/operador.	Para diminuir os movimentos e o <i>stock</i> de peças cortadas e consequente <i>lead time</i> .	Costura		Departamento de produção	De forma a reduzir o inventário na linha e os movimentos dos operadores, eliminava-se o bordo de linha e as peças iriam diretamente para a linha.	Não
5. Definir as quantidades necessárias a cortar com base no tempo de reabastecimento das linhas.	Para diminuir o inventário de peças cortadas.	Corte		Responsável pela linha do corte	Em vez de se cortar por marcas como é feito no momento, a linha de corte teria de ser ajustada	Não

					para cortar por quantidades necessárias.	
6. Implementação do programa CCSys na linha do corte para controlar o <i>stock</i> .	Para equilibrar as necessidades com as peças que são cortadas por marcada.	Corte	Maio 2020	Responsável pela linha do corte	Implementar o programa CCSys que vai eliminar os vários ficheiros <i>Excel</i> e concentrar tudo num programa apenas.	Sim
7. Cortar as peças diretamente para o sistema operativo SAP.	Para eliminar movimentos desnecessários e reduzir o tempo de espera.	Corte		Responsável pela linha de corte	Interligar o sistema da máquina de corte a laser ao SAP de maneira a que conforme as peças seriam cortadas entrassem diretamente no <i>stock</i> .	Não
8. Fazer o planeamento da linha do corte através do SAP	Para eliminar os ficheiros <i>Excel</i> e fazer um planeamento mais nivelado tendo em conta os pedidos/necessidades, reduzindo o inventário.	Corte	Maio 2020	Responsável de Logística	Fazer o planeamento da linha do corte através do SAP tendo em conta as necessidades e o plano de produção.	Sim
9. Pedido de rolos para a linha de corte através do <i>PP-Kanban</i> .	Para diminuir os movimentos desnecessários, os tempos de espera e o inventário na linha. Além disso também melhora o <i>layout</i> da linha.	Corte	Fevereiro 2020	Departamento de produção	Implementar o módulo <i>PP-Kanban</i> para fazer os pedidos dos rolos para o corte através do sistema informático e eliminar os pedidos por rádio e os pedidos por papel.	Sim

10. Fazer o planeamento da linha de revestimento de tecido através do SAP	Para eliminar os ficheiros <i>Excel</i> e fazer um planeamento mais nivelado tendo em conta os pedidos/necessidades, diminuindo o <i>stock</i> .	Revestimento	Maio de 2020	Responsável de Logística	Fazer o planeamento da linha do corte através do SAP, tendo em conta as necessidades.	Sim
11. Pedido de rolos e silicone para a linha de revestimento através do <i>PP-Kanban</i> .	Para diminuir os movimentos desnecessários, os tempos de espera e o inventário na linha. Além disso também melhora o <i>layout</i> da linha.	Revestimento	Dezembro de 2019	Departamento de produção	Implementar o módulo <i>PP-Kanban</i> para fazer os pedidos dos rolos para a linha de revestimento através do sistema informático e eliminar os pedidos por rádio.	Sim

5. Resultados e discussão

Como se pode constatar na tabela anterior, depois da equipa se juntar novamente para discutir as possíveis melhorias que foram destacadas no desenho do estado atual, estas foram assinaladas com uma decisão final de possível implementação ou não. Posto isto, e no decorrer dos últimos meses, estas melhorias sofreram alguns atrasos, primeiro devido à situação da pandemia causada pelo Covid-19 e segundo por outras situações que ainda não permitiram que fossem implementadas.

Na tabela acima as onze ações foram diferenciadas por cores segundo a sua implementação, a vermelho, as que se decidiu que não seria possível implementar; a amarelo aquelas que ainda vão ser implementadas e a verde as que já foram implementadas com sucesso:

Melhorias que não irão ser implementadas:

4. Eliminar o bordo de linha e colocar os componentes diretamente na linha/operador- De facto seria uma melhoria que iria reduzir o inventário na linha, e conseqüente *lead time*, os movimentos desnecessários dos operadores, apesar de aumentar o número de transportes no abastecimento das linhas. No entanto, e no momento é impossível implementar, uma vez que a maior parte das linhas não têm espaço suficiente para colocar o *stock* de peças necessário até que haja um novo reabastecimento por parte dos operadores de movimentos. Para ser possível implementar esta melhoria era preciso reestruturar todas as linhas, o que não é possível por falta de espaço físico para o fazer e talvez reestruturar ou diminuir a embalagem das peças cortadas para caber nas linhas, mas que mesmo assim não iriam resolver muito nas linhas em que o espaço já está aproveitado ao máximo.

5. Definir as quantidades necessárias a cortar com base no tempo de reabastecimento das linhas

– O corte das peças é feito por marcada para otimizar o tecido e conseqüentemente o custo do saco. Além disso, quantas mais marcadas se conseguir cortar simultaneamente maior a eficiência da máquina. Para se conseguir definir essa quantidade ótima com base no tempo de reabastecimento das linhas era necessário diminuir às marcadas, e conseqüentemente haveria uma diminuição do inventário no supermercado de peças cortadas, que levaria a uma diminuição do *lead time*. No entanto, a sua implementação levaria a uma perda de eficiência da máquina e a um aumento do custo do produto final. Por essa razão, a equipa decidiu que esta melhoria não iria ser implementada.

7. Cortar as peças diretamente para o sistema operativo SAP – Esta seria uma melhoria que iria diminuir os movimentos desnecessários do operador da linha e reduzir o tempo de espera das linhas de produção, quando pedem uma peça que não está em sistema, mas que fisicamente já existe e têm de aguardar que esta seja introduzida no sistema. No entanto, para já não é possível implementar esta melhoria, porque as peças têm de passar por uma fase de inspeção antes de serem registadas em SAP. Outro senão é o facto de o *software* da máquina de corte não estar preparado para uma ligação ao SAP. Teriam que ser feitas várias alterações, tanto ao nível do processo de inspeção, que não pode deixar de ser feito, como ao nível do *software*, o que envolve os fornecedores da própria máquina, não estando estes muito recetivos a estas alterações.

Melhorias que irão ser implementadas:

2. Pedido de pequenos componentes através do *PP-Kanban* – Tal como se faz com as peças cortadas, o ideal era que o abastecimento dos pequenos componentes fosse feito através do sistema *PP-Kanban*. Esta implementação vai fazer com que haja uma redução dos movimentos desnecessários dos operários e consequentemente reduzir o tempo de espera da linha até que os operários cheguem com esses componentes às linhas. No entanto, e apesar de estar prevista para março de 2020, esta implementação está um pouco atrasada, devido ao fator natural já mencionado e também porque esta implementação requer algumas alterações, tais como:

- Primeiro é necessário repensar como será feito o abastecimento, porque este não pode ser feito desde o armazém até à linha, tendo de se definir uma área para se fazer esse abastecimento e o melhor método. É preciso ter em conta que no caso destes pequenos componentes, há linhas que só gastam, por exemplo, um cone de fio por turno e outras que gastam mais de uma caixa, tendo cada caixa 10 cones.
- Segundo, possivelmente será necessário colocar mais 1 ou 2 operários de movimento para abastecerem as linhas com estes componentes, porque os que abastecem no momento já estão sobrecarregados.

3. Identificar em SAP as linhas por projeto – A implementação desta melhoria ficou marcada para janeiro de 2020, mas também ainda não foi possível concretizar. Em primeiro lugar, além das alterações que são precisas fazer no sistema informático, é preciso fazer uma grande alteração na maneira como está a ser feito o inventário geral (em dezembro). Atualmente o inventário das peças na produção é feito por referência e não por linha de produção. Como existe um grande número de referências que são comuns a várias linhas, o plano atual do inventário teria de ser alterado. Seria uma melhoria que iria ajudar muito, principalmente o departamento de logística, uma vez

que iria ser possível identificar com mais facilidade os erros de *stock*, que para a logística seria uma mais-valia e iria contribuir para uma melhoria no aprovisionamento da matéria-prima.

6. Implementação do programa CCSys na linha do corte – Apesar de se ter definido uma data (Maio de 2020) para esta implementação e de se ter definido que seria uma melhoria possível de implementar, depois de ter sido feita uma pesquisa junto com o departamento de corte, chegou-se à conclusão que não vai ser uma tarefa muito fácil e vai levar algum tempo para ser implementada. O programa CCSys que poderia ajudar neste controlo do *stock* da linha de corte ainda está muito longe de ser o que era esperado. Teria de ser adaptado pelo departamento de informática juntamente com o próprio fornecedor da máquina. Para já ainda não há qualquer avanço neste ponto o que vai atrasar muito a sua implementação.

8. Fazer o planeamento da linha do corte através do SAP – Esta oitava melhoria iria ser um primeiro passo para a implementação da anterior. Através da planificação de uma linha por SAP, é possível definir com mais exatidão os dias de *stock* necessários tanto de produto terminado como de matéria-prima, uma vez que os pedidos de clientes estão todos no sistema. Esta planificação, tal como acontece com a das linhas de produção, iria permitir que a linha de corte apenas cortasse o material necessário, na quantidade ótima para a produção dos pedidos dos clientes. Deste modo, a linha teria de seguir o que estava planeado no sistema e não num ficheiro *Excel* que pode sempre ser alterado. O sistema daria a informação da quantidade ótima para cumprir os pedidos em cada turno.

Melhorias implementadas:

1. Reduzir os dias de *stock* de sacos ou eliminar o *stock* de sacos no armazém – Esta melhoria não foi conseguida na totalidade, uma vez que ainda não foi possível eliminar por completo o *stock* de produto final do armazém, mas já foi possível reduzir os dias de *stock*, o que fez com que se reduzisse o *waiting time* deste processo de 1,08 dias para 0,54 dias e conseqüente redução do *lead time* de 8,72 dias para 8,18 dias. Outra alteração foi o aumento dos transportes de uma fábrica para a outra, o que faz com que em vez haver transporte de 3 em 3 horas, passou a haver de 2,5 em 2,5. Esta alteração já seria um passo para realmente eliminar todo o *stock* no armazém, no entanto, neste momento os pedidos não estão congelados durante duas semanas, como deveriam estar, havendo alterações semanais e por vezes mais que uma vez por semana. Esta inconstância dos pedidos leva a que haja um receio em eliminar o *buffer* que existe, porque serve de salvaguarda para a empresa para não falhar ao cliente.

9. Pedido de rolos para a linha de corte através do PP-Kanban – Com a implementação do sistema *PP-Kanban* na linha do corte, já se conseguiu uma melhoria em termos de *layout* da linha, além de se ter conseguido diminuir os movimentos desnecessários dos operadores de movimento que apenas abastecem a linha quando recebem algum pedido e não para o turno todo e início do seguinte, reduzindo também os tempos de espera pois os pedidos chegam ao sistema e são logo processados. Em termos de inventário de rolos na linha também já houve uma redução considerável. Em vez de existir uma grande quantidade de rolos à volta da linha, agora existem apenas 15 posições para rolos, em que 12 são fixas para aqueles tecidos com maior cadência, 2 para os tecidos com baixa cadência e 1 para os cones vazios que aguardam para serem recolhidos (Figura 37).



Figura 37 - Rolos na linha de corte após a implementação do PP-Kanban

No caso deste projeto esta alteração não se traduziu numa redução do *lead time*, porque os tecidos que estavam no momento na linha eram de alta cadência. Em relação ao pedido, funciona da mesma maneira que o pedido de peças cortadas para as linhas de produção, em que existe uma lista com as referências dos tecidos e a linha de corte faz o pedido através do *PP-Kanban*, pedido esse que é recebido pelos operadores de movimento do armazém que posteriormente procedem ao abastecimento dos rolos pedidos.

10. Fazer o planeamento da linha de revestimento de tecido através do SAP – À semelhança do que acontece com as linhas de produção, era imprescindível passar o planeamento da linha de revestimento para o SAP. Só assim seria possível ter uma visão mais correta das necessidades e produzir apenas o essencial para cobrir essas necessidades. Esta tarefa, tal como o planeamento das linhas, passou a ser feita pelo departamento de logística, sendo que o operador da linha só tem de exportar esse planeamento para a folha de plano diário e produzir apenas o que o sistema pede,

não tendo a possibilidade de fazer qualquer alteração no que está planeado no sistema, não podendo, por isso, produzir para *stock*. Esta melhoria, fez com que se conseguisse fazer um melhor nivelamento entre os pedidos/necessidades, acabando por diminuir o *waiting time* de 4,16 dias para 2,13 dias, uma redução de 2,03 dias de *stock*, fazendo com que o *lead time* final reduzisse para 6,15 dias.

11. Pedido de rolos e silicone para a linha de revestimento através do *PP-Kanban* – Apesar de estar agendada para ser implementada na mesma altura que a linha de corte, este processo teve uns atrasos devido a algumas restrições do sistema informático e apenas foi implementado em setembro. Para se conseguir implementar o *PP-Kanban* neste processo, teve de se alterar o processo de entrada de tecido no sistema, que era feito com recurso às pistolas de identificação por radiofrequência (RFID) e teve de se alterar novamente para entrada manual. Isto porque os tecidos têm lote e para o processo de revestimento, principalmente para a qualidade, é mais simples e eficaz que a entrada dos lotes seja dada por ordem, o que não é possível sem ser manualmente. No entanto, achou-se que era uma mais-valia voltar à entrada manual e alterar o pedido de rolos, porque com o *PP-Kanban*, além de se ter diminuído os movimentos desnecessários dos operadores do armazém, também se reduziu os tempos de espera da máquina. Neste caso não houve uma redução do *lead time*, porque a linha estava parada no momento do desenho do estado atual. Por fim, melhorou-se o *layout* da linha, que em vez de ter 6 rolos à frente, já pode ter 3 ou 4 (Figura 38).



Figura 38 - Exposição dos rolos em frente à máquina de revestimento após implementação do *PP-Kanban*

Após a implementação destas melhorias, obteve-se um novo mapa do fluxo de valor, representado na Figura 39.

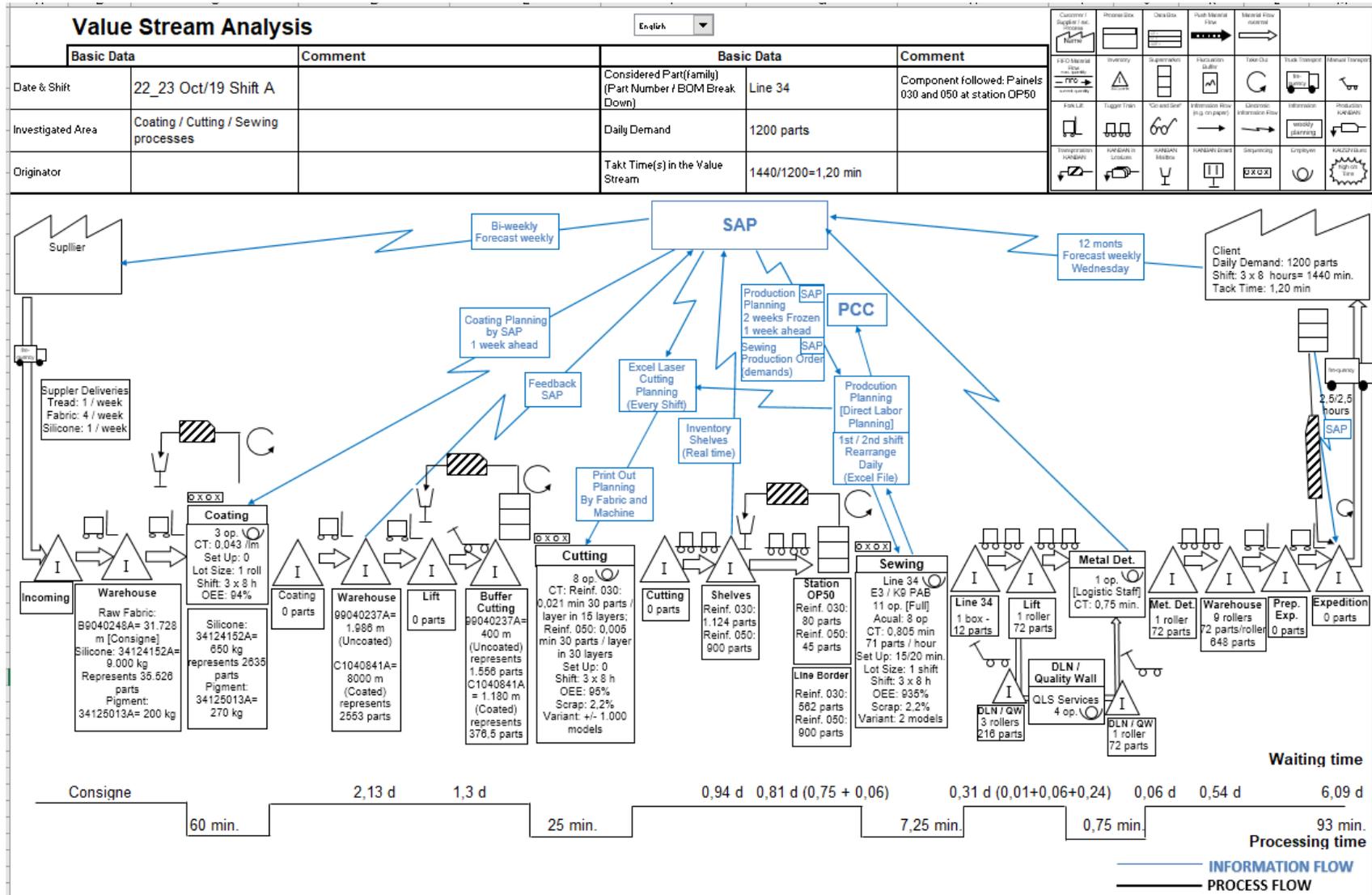


Figura 39 - Mapa do fluxo de valor final após as implementações

6. Conclusões e trabalhos futuros

O *Value Stream Mapping* é uma ótima ferramenta *Lean* para se aplicar numa empresa, uma vez que através desta ferramenta se consegue visualizar todos os processos e, por isso, identificar com mais facilidade as oportunidades de melhoria.

O primeiro objetivo que foi traçado para este projeto era o da análise da situação da empresa, fazendo um mapeamento do estado atual do fluxo de uma referência e identificar as oportunidades de melhoria. Em equipa, que foi constituída com a realização do *Workshop*, foram percorridos cada etapa do fluxo do material, desenhado o estado atual do fluxo de valor de um produto e recolhidos todos os dados necessários. Este trabalho de equipa é fundamental na construção de um VSM, porque só se consegue implementar esta ferramenta se houver uma equipa que seja constituída por colaboradores dos vários departamentos.

Depois de desenhado o mapa do estado atual foram identificados os 11 principais pontos de melhorias a implementar, e identificadas ações para implementar essas melhorias. Até à data de entrega deste projeto foi possível implementar algumas das melhorias propostas, embora não as onze que tinham sido identificadas. Umas não foram implementadas porque a equipa achou que não seria possível, pelo menos no momento, e outras ainda não foram implementadas, mas estão a ser trabalhadas.

Com as 4 melhorias implementadas conseguiu-se reduzir o *stock*, diminuir alguns tempos de espera e movimentos desnecessários e consequentemente reduzir o *lead time* de 8,72 dias para 6,15 dias.

Além das ações que ainda não foram implementadas, no futuro poder-se-ia analisar outras situações que não foram referidas neste projeto, mas que poderão ser alvo de um estudo futuro, sendo elas:

- Como foi referido ao longo do desenvolvimento do VSM, uma das etapas que se teve de desenhar foi o DLN, uma vez que na altura, como foi explicado, o produto analisado teve um problema e esteve dois meses a ser inspecionado pela qualidade. Claro que se, na altura, não tivesse havido este problema, o inventário que estava no momento no DLN deixaria de existir, o que levaria a uma redução de 0,24 dias no *lead time*.

Como também já foi referido, a qualidade é uma das exigências do cliente e a empresa não pode de modo algum eliminar essa etapa de inspeção. No entanto, esta inspeção poderia passar para a linha, onde já existe um posto de controlo, mas que é apenas utilizado para verificar se o produto está conforme, de uma forma geral, não para fazer uma inspeção específica. Mesmo que se colocasse esta inspeção mais específica na linha, sempre que se

detetasse algum problema, apesar de aumentar, no máximo 1 minuto ao tempo de ciclo da linha (tempo médio que é necessário para inspecionar um saco deste modelo) o *lead time* final teria uma redução de 0,24 dias, passando de 6,15 para 5,91 dias, visto que o inventário é o que faz com que o *lead time* seja mais alto.

- O processo de corte é, no momento, aquele que está a fazer com que o inventário ainda seja um pouco alto, uma vez que as peças são cortadas não pela necessidade, mas sim pela marcada para otimizar o custo do saco. No entanto, poderá haver uma maneira de talvez balancear esse *stock*. Depois de se implementar a planificação da linha de corte no SAP, que já é um grande avanço, uma próxima melhoria seria implementar o módulo de SAP chamado de *Lean Manufacturing Planning Control* (LMPC). Esta ferramenta já é utilizada em algumas fábricas do grupo e, das informações que se conseguiram obter, o que ela iria fazer era nivelar a produção, tendo em conta as necessidades dos clientes, minimizando o nível de inventário.
- Uma das ações que ainda não foi concluída foi a implementação do sistema *PP-Kanban* no pedido dos pequenos componentes, porque é necessário definir uma área de abastecimento e é necessário colocar mais operários de movimento. Contudo, poderia haver uma forma de contornar estes obstáculos se os próprios MIZUS fossem adaptados para transportar estes componentes. Eles já estão preparados para transportar as caixas com as peças cortadas. Teria de ser feita uma alteração, que podia ser por cima das carruagens, em que se colocasse identificações dos pequenos componentes, até se poderia colocar suportes próprios para os cones de fio. No início do turno, ou se necessário também a meio, o operador abastecia o MIZU com os componentes que normalmente são mais usados nas linhas. Ao fazer o trajeto pelas linhas e deixar as peças que são pedidas, o operador deixaria também esses componentes sempre que a linha necessitasse.

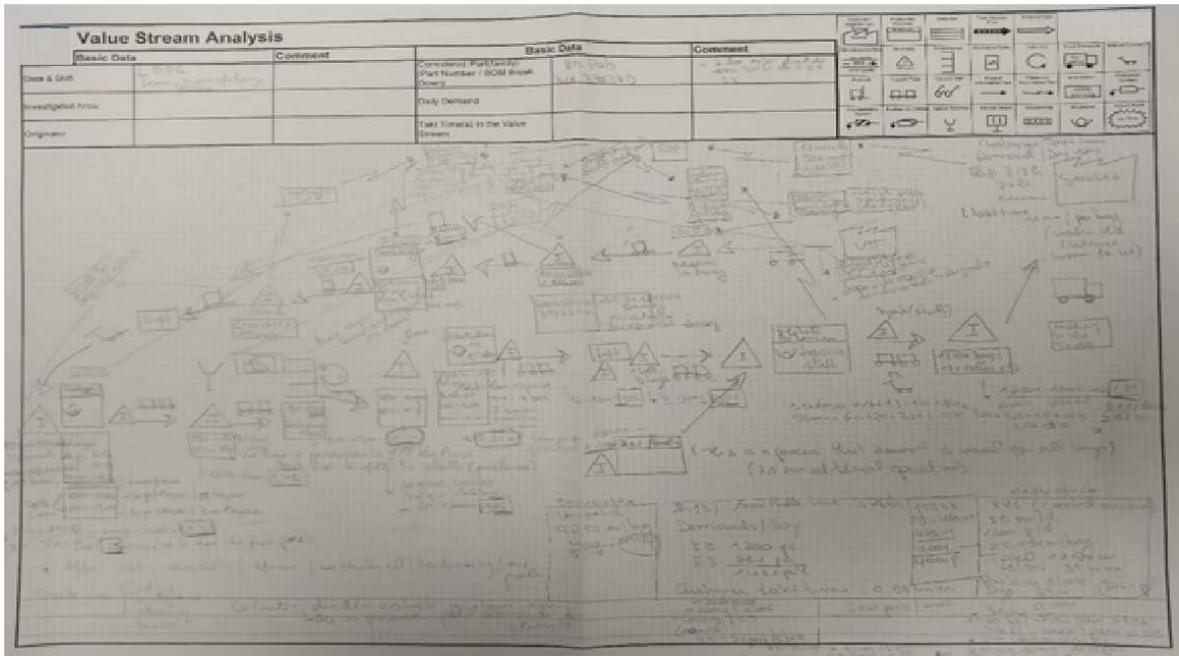
Referências

- Aceró, R., Torralba, M., Pérez-Moya, R., & Pozo, J. A. (2019). Order processing improvement in military logistics by Value Stream Analysis lean methodology. *Procedia Manufacturing*, 41, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.07.031>
- Agnetis, A., Bianciardi, C., & Iasperra, N. (2019). Integrating lean thinking and mathematical optimization: A case study in appointment scheduling of hematological treatments. *Operations Research Perspectives*, 6(April), 100110. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2019.100110>
- Coutinho, C.P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M.J., e Vieira, S. (2009). Investigação-ação: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, pp.355-379.
- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668–7677. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.442>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill.
- Jasti, N. V. K., & Sharma, A. (2015). Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool a case study from auto components industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 89–116. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2012-0002>
- Lacerda, A. P., Xambre, A. R., & Alvelos, H. M. (2016). Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: A case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. *International Journal of Production Research*, 54(6). <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1055349>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35(October 2015), 522–531. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)00065-4)
- Man, M., & Ravas, B. (2017). Integrating the Exigencies of Lean Manufacturing in the Accounting System of Lean Thinking Organisations. *Annals of the University of Petrosani Economics*, 17(1), 139–154. Retrieved from <http://ezproxy.liberty.edu/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=133894459&site=ehost-live&scope=site>
- Masuti, P. M., & Dabade, U. A. (2019). Lean manufacturing implementation using value stream mapping at excavator manufacturing company. *Materials Today: Proceedings*, (xxxx), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.07.740>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel.

- Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7(Icebr), 174–180.
[https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00232-3)
- Roh, P., Kunz, A., & Wegener, K. (2019). Information stream mapping: Mapping, analysing and improving the efficiency of information streams in manufacturing value streams. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 25, 1–13.
<https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2019.04.004>
- Rother, M. e Shook, J. (2003). *Aprendendo a Enxergar – Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- Sharma, S., & Gandhi, P. J. (2017). Scope and impact of implementing lean principles & practices in shipbuilding. *Procedia Engineering*, 194, 232–240.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.140>
- Siva, R., Prabakaran, M., Rishikesh, S., Santhosh Kumar, A., & Sangeetha, M. (2020). Lead time reduction through lean techniques on filter drier component by modifying fixture design – Case study. *Materials Today: Proceedings*, (xxxx), 1–5.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.01.221>
- Stadnicka, D., & Litwin, P. (2019). Value stream mapping and system dynamics integration for manufacturing line modelling and analysis. *International Journal of Production Economics*, 208. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.12.011>
- Stadnicka, D., & Ratnayake, R. M. C. (2016). Minimization of service disturbance: VSM based case study in telecommunication industry. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 255–260.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.609>
- Stadnicka, D., & Ratnayake, R. M. C. (2017). Enhancing Aircraft Maintenance Services: A VSM Based Case Study. *Procedia Engineering*, 182, 665–672.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.177>
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: MacMillan.

Anexo

Desenho de estado atual feito pela autora.



Desenho de estado atual construído pela equipa

