Implementação da Metodologia Lean numa Linha de Produção de Mobiliário

Maria Teresa Santos Aguiar

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professor Pedro Rodrigues João

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2020-01-01

À minha família

Resumo

A presente dissertação enquadra-se no Mestrado em Gestão da Produção do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e foi desenvolvida em ambiente empresarial na empresa Soft Crafts.

O principal objetivo do projeto foi a implementação de metodologias da filosofia *Lean Manufacturing* para eliminar desperdícios, agilizar o processo de fabrico e aumentar a eficiência da produção.

Numa fase inicial, fez-se o mapeamento do processo e o exercício de compreender todas as fases que o compõem. Com base nas observações feitas, fez-se a identificação de problemas ou pontos a melhorar. De seguida, fez-se a proposta de melhorias para os problemas identificados, assentes numa base teórica. Quando possível, as medidas foram implementadas e o seu impacto medido.

Incidiu-se principalmente nas temáticas de normalização do trabalho, gestão visual e gestão de *stocks*. Também se implementaram melhorias para melhorar a identificação e organização dentro da fábrica.

No final, conclui-se que algumas medidas foram implementadas com sucesso. Foi possível elaborar instruções de trabalho para um elevado número de produtos, diminuir os custos de *stock keeping* e implementar com sucesso melhorias na organização da fábrica. Por outro lado, o limite de tempo para o desenvolvimento da dissertação e o modelo de negócio *High Mix Low Volume* não permitiram a avaliação do impacto de algumas das medidas implementas.

Abstract

This project was developed as part of the Integrated Master's Degree in Mechanical Engineering of the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP) in an entrepreneurial setting at the Soft Crafts Factory.

Its main objective was to implement Lean Manufacturing Tools that would help eliminate waste and improve the productive process and the way it is managed.

In the initial phase, the mapping of the process and the exercise of understanding all the different phases that constitute the process were done. With the gathered information, problems and possible points of improvement were identified. Following, the proposal of improvements was done, always based on a theoretical literary review. Lastly, the measures were implement and it's impact measured whenever possible.

The main focuses of the project are standardised work, visual management and stock management. Other improvements on the organization of the factory were also implemented.

In the end, it is concluded that some improvement measures were successfully implemented. It was possible to create work instructions for numerous products, decrease stock keeping costs and improve organization. On the other, time limitations for project conclusion and the current High Mix Low Volume model of business the company follows didn't allow for the assessment of the impact of some of the implemented measures.

Agradecimentos

Ao Professor Pedro João, orientador na FEUP, o meu agradecimento pela disponibilidade e ajuda na realização deste projeto.

Ao Engenheiro Carlos Matos, orientador na empresa, pelos conhecimentos transmitidos e pelo acompanhamento ao longo da realização deste projeto.

À Soft Crafts, por ter permitido a realização da dissertação em ambiente empresarial.

A todos os colaboradores da empresa Soft Crafts que contribuíram para a realização deste trabalho e que me acolheram na equipa.

Aos meus pais e irmãs, pelo apoio incondicional ao longo deste período e durante todo o meu percurso académico.

À FEUP, por todo o conhecimento que levo para a próxima fase da minha vida.

Por fim, aos meus amigos, com quem, durante o meu percurso na FEUP, criei memórias inesquecíveis.

A todos, o meu sincero obrigada.

Conteúdo

1 Introdução **1**
- 1.1 Enquadramento do Projeto e Motivação . . . 1
- 1.2 O Implementação da Metodologia *Lean* na Empresa Soft Crafts . . . 1
- 1.3 Objetivos do projeto . . . 2
- 1.4 Método seguido no projeto . . . 2
- 1.5 Estrutura da dissertação . . . 2

2 Revisão de literatura **4**
- 2.1 Lean Manufacturing e TPS . . . 4
- 2.2 Kaizen: Melhoria Contínua . . . 6
- 2.3 Os Sete Desperdícios . . . 7
- 2.4 Ferramentas Lean . . . 8
  - 2.4.1 Gestão Visual . . . 9
  - 2.4.2 5S . . . 9
  - 2.4.3 Normalização do Trabalho . . . 10
- 2.5 *Stocks* Intermédios . . . 10
- 2.6 Análise de Investimentos . . . 11

3 Descrição do Problema **12**
- 3.1 Mapeamento do processo . . . 13
  - 3.1.1 Carpintaria . . . 13
  - 3.1.2 Pintura e Polimento . . . 14
  - 3.1.3 Bodywork . . . 14
  - 3.1.4 Corte e Costura . . . 14
  - 3.1.5 Estofo . . . 15
  - 3.1.6 Cushion Filling . . . 15
  - 3.1.7 Controlo de Qualidade e Embalamento . . . 15
  - 3.1.8 Expedição . . . 15
- 3.2 Desorganização dos Moldes da Carpintaria . . . 16
- 3.3 Degradação e Errado Dimensionamento do Stock Intermédio . . . 17
- 3.4 Baixa Produtividade no Setor da Pintura . . . 18
- 3.5 Perda de Produtividade por Retrabalho na Secção do *Bodywork* . . . 18
- 3.6 Desorganização do Espaço e dos Postos de Trabalho na Secção do *Bodywork* . . . 19
- 3.7 Baixa eficiência na carga . . . 20

4 Metodologia **22**
- 4.1 Redimensionamento do stock intermédio . . . 22
  - 4.1.1 Ponto de Encomenda . . . 22
  - 4.1.2 Restrições . . . 23

4.1.3 Quantidade Mínima de Encomenda 24
4.1.4 Implementação das Alterações 25
4.2 Análise da Produtividade da Pintura 26
4.2.1 Análise Económica à Aquisição de uma Caldeira 27
4.3 Normalização do Trabalho da Secção do *Bodywork* 29
4.4 Aplicação da Metodologia 5S na Secção do *Bodywork* 30
4.5 Otimização do Processo de Carga 31
4.5.1 Aproveitamento do Espaço 31
4.5.2 Diminuição do Tempo Desperdiçado 31

5 Resultados **34**
5.1 Organização dos Moldes da Carpintaria 34
5.2 Redimensionamento do Inventário Intermédio 35
5.2.1 Níveis de Inventário 35
5.2.2 Evolução do Lead Time 35
5.3 Implementação da Metodologia 5S na Secção do *Bodywork* 36
5.3.1 Postos de Trabalho 36
5.3.2 Moldes 38
5.3.3 Ferramentas partilhadas 38
5.3.4 Controlo dos *Stocks* de Consumíveis 39
5.3.5 Impacto das Melhorias Implementadas 39

6 Conclusão **40**
6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros 41

A Mapeamento do Inventário **44**

B *Template* para instruções de trabalho **45**

C Exemplo de uma Instrução de Trabalho **46**

D 5S: Antes e Depois **49**

Acronyms and Symbols

ERP	Enterprise Resource Planning
HMLV	High Mix Low Volume
JIT	Just In Time
KPI	Key Performance Indicator
LT	Lead Time
NVA	Non Value Added
PDCA	Plan Do Check Act
PO	Production Order
SO	Sales Order
STDC	Standardise Do Check Act
TPS	Toyota Production System
WIP	Work In Progress

Lista de Figuras

2.1 *The House of TPS*. Source: Kehr and Proctor (2016) 5
2.2 Modelo dos 4P's. Source: Liker (2004) 5
2.3 Kaizen vs. Innovation. Source: Kiran (2017) 6
2.4 Ciclo PDCA. Source: Imai (2007) 7
2.5 Os Sete Desperdícios. Source: Melton (2005) 8
2.6 Ciclo SDCA. Source: Imai (2007) 10

3.1 Número de ordens de produção concluídas por mês ao longo de 2019. 12
3.2 Layout da fábrica. 1-Carpintaria, 2-Pintura e Polimento, 3-Bodywork, 4-Corte e Costura, 5-Estofo, 6-*Cushion Filling*, 7-*Quality Control* e Embalamento, 8-Cais de carga 14
3.3 Mapa do processo no setor da pintura. 15
3.4 Livro contendo os moldes da carpintaria. 16
3.5 Lista para localização dos moldes. 16
3.6 Diferentes produtos misturados nos locais designados para *stock*. 17
3.7 Exemplo de instrução 18
3.8 Desorganização da secção do *Bodywork*. 19
3.9 Acumulação de caixas no cais de carga e nas áreas adjacentes. 20

4.1 Ferramenta de apoio à decisão. 23
4.2 Exemplo da vantagem de produzir múltiplos produtos de uma vez. 24
4.3 Novo espaço para armazenamento de inventário de produtos de menores dimensões. 25
4.4 Evolução da média de peças produzidas por dia com o aumento da humidade relativa dentro da cabine de pintura. 26
4.5 Média de peças produzidas por dia com o aumento da humidade relativa dentro da cabine de pintura para níveis de humidade até e a partir de 80%. 27
4.6 Esquema da demarcação de áreas na zona de pré-carga. 32

5.1 Divisão dos moldes por dois livros. 34
5.2 Evolução do *Lead Time*, em dias, para ordens de cliente ao longo de 2019. 36
5.3 Aplicação da metodologia 5S aos armários. 37
5.4 Apoio para a pistola da cola aparafusado à mesa de cada um dos postos de trabalho. 38
5.5 Organização das ferramentas partilhadas. 38
5.6 Espaço criado para o *stock* de alguns consumíveis. 39

A.1 *Mapa do inventário.* 44
A.2 Lista para consulta da localização do inventário de uma referência. 44

B.1 *Template* 45

C.1 *Instrução de trabalho para o sofá Mouna.* 46
C.2 *Instrução de trabalho para o sofá Mouna.* 47
C.3 *Instrução de trabalho para a cadeira Swift.* 48

D.1 Aplicação da metodologia 5S aos armários. 49

Lista de Tabelas

4.1 Número de dias de 2019 em que a variável definida é superior a 80%. Source: Instituto Português do Mar e da Atmosfera 28

5.1 Comparação entre a situação anterior e a situação atual dos níveis de inventário. . 35
5.2 Evolução da produtividade média na secção do *Bodywork*. 39

Capítulo 1

Introdução

A presente dissertação surge no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no ramo de Gestão da Produção, e resulta de um trabalho desenvolvido em ambiente empresarial na empresa Soft Crafts. O tema do trabalho "Implementação de ferramentas Lean numa linha de produção de mobiliário", proposto pela empresa, consistiu na integração e aplicação de conhecimentos e competências adquiridos ao longo do percurso académico.

O projeto partiu da análise de toda a linha de produção e da identificação de pontos passíveis de melhoria, daí procedeu-se à seleção de metodologias e instrumentos de resolução pertinentes para o problema proposto e à implementação das mesmas e, por fim, ao exercício de síntese e elaboração de conclusões.

O presente capítulo tem como objetivo explicar a motivação para a realização do projeto e descrever a empresa onde foi desenvolvido, a sua história e o seu enquadramento na indústria.

1.1 Enquadramento do Projeto e Motivação

Num panorama mundial de extrema competitividade, as indústrias têm cada vez mais necessidade de maximizar a sua produtividade para conseguirem destacar-se. A eficácia do *Lean* tem sido comprovada pelo sucesso de várias empresas que adoptaram esta metodologia para conduzir os seus negócios e processos produtivos. Ao tornar-se *Lean*, uma organização consegue atingir a excelência no serviço ao cliente e na qualidade do seu produto, e libertar os recursos necessários para se expandir e crescer.

1.2 O Implementação da Metodologia *Lean* na Empresa Soft Crafts

A Soft Crafts é uma empresa que produz mobiliário para a empresa-mãe The Sofa and Chair Company em Inglaterra. Significa isto que a Soft Crafts se dedica exclusivamente à produção dos produtos e que os restantes departamentos da The Sofa and Chair Company, como vendas, *marketing* e *design*, estão localizados em Inglaterra.

Inaugurada em Janeiro de 2018, a fábrica da Soft Crafts surgiu como resposta ao crescimento da empresa que precisava de maior capacidade produtiva. Em dois anos passou de 32 colaboradores para 54, o que evidencia a estratégia da empresa de se expandir e continuar a crescer.

A maior particularidade da empresa é o segmento em que se insere. Fabrica artigos de luxo, que utilizam tecidos de elevada qualidade, o que se reflete num preço elevado do produto final. Por isto, todos os produtos obedecem a requisitos de qualidade extremamente rigorosos.

Como acontece normalmente nos segmentos de luxo, o cliente tem grande capacidade de personalização, desde a cor das madeiras ao tecido e às medidas. A gama de produtos que a Soft Crafts produz é muito vasta, contando com centenas de referências no seu catálogo, mas com um volume de produção relativamente baixo para cada uma delas. Segue por isso, um modelo de negócio *High Mix Low Volume*, em que há uma elevada variedade de produtos mas que são produzidos em pequenos lotes seguindo os processos tradicionais de manufatura de mobiliário. Por estas razões, é difícil a automatização dos processos de fabrico.

1.3 Objetivos do projeto

O projeto tem como objetivo a implementação de metodologias da filosofia *Lean Manufacturing* que sigam duas premissas principais:

- Permitir obter um resultado final com relevância académica, partindo de uma base teórica para a elaboração de soluções;
- Privilegiar soluções que fossem acrescentar valor à empresa, melhorar o seu processo produtivo e a gestão do mesmo e que este valor pudesse ser quantificado, sempre que possível.

1.4 Método seguido no projeto

Para a execução deste trabalho, começou-se por fazer uma avaliação da situação atual da fábrica e uma análise detalhada dos processos e do fluxo de materiais e de trabalho em curso (WIP). Após compreender bem os processos, passou-se à identificação de falhas, problemas e pontos passíveis de melhoria nestes processos.

Uma vez identificado o objeto da melhoria, e tendo em conta uma base teórica e os conhecimentos obtidos ao longo do percurso académico, foram elaboradas soluções e desenvolvido um plano para a sua aplicação. De seguida aplicaram-se as soluções e propostas de melhoria e os seus resultados e *performance* foram medidos, sempre que possível, utilizando as métricas adequadas.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos.

O presente capítulo introduz o tema da dissertação, os objetivos de desenvolver este projeto em meio empresarial e a empresa em que o projeto foi desenvolvido.

O segundo capítulo consiste no enquadramento teórico das metodologias da filosofia *Lean* que estão na base das soluções encontradas e foi elaborado após uma pesquisa bibliográfica extensiva.

O terceiro capítulo explica detalhadamente o processo produtivo da fábrica, como se faz a gestão da produção e das ordens de produção e faz o levantamento da situação da fábrica no início do projeto. Seguidamente, faz-se a identificação das oportunidades de melhoria encontradas, seguindo a mesma ordem do processo produtivo, ou seja, de acordo com a fase da produção em que foram implementadas.

O quarto capítulo apresenta as soluções propostas e o processo de implementação das mesmas. Estas são apresentadas segundo a mesma ordem do capítulo precedente.

O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos, segundo a mesma ordem do quarto capítulo.

Finalmente, no quinto capítulo, apresentam-se as conclusões finais a retirar da dissertação e algumas sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Revisão de literatura

O presente capítulo é dedicado aos conceitos teóricos que compõem a Filosofia *Lean* e consiste na exposição das diferentes metodologias e ferramentas que a constituem e que estão na base do desenvolvimento deste projeto.

2.1 Lean Manufacturing e TPS

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão atravessava um período de grave crise económica e escassez de recursos. Na Toyota Motor Company, a crise fazia-se sentir na dificuldade em acompanhar a concorrência. Para responder aos problemas que a fábrica atravessava, Taiichi Ohno concebeu o Toyota Production System (TPS), que visava a eliminação de todos os desperdícios e custos desnecessários, sem comprometer a produtividade e qualidade.

São estes mesmos princípios que estão na base da filosofia Lean, descrita pela primeira vez por Womack et al. (1990) na década de 90, no livro *The Machine That Changed The World*.

O TPS não é apenas um conjunto de ferramentas mas sim um sistema sofisticado que engloba toda a gestão de uma organização. A sua complexidade é ilustrada pela *TPS house*, como se pode ver na Figura 2.1. Como uma casa, que só é robusta se os seus alicerces, pilares e telhado forem também robustos, também no *Toyota Production System* apenas se conseguem atingir os objetivos desta filosofia quando todos os elementos são corretamente postos em prática.

No telhado da *TPS house*, lêem-se aqueles que são os objetivos fulcrais deste sistema: a máxima qualidade ao mínimo custo, um tempo de entrega ao cliente curto e a máxima segurança e motivação dos colaboradores.

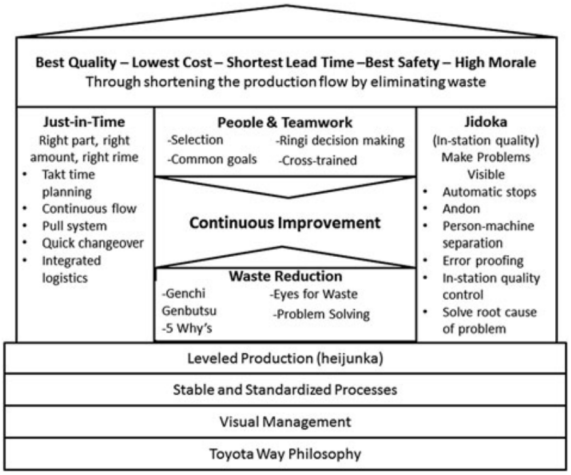


Figura 2.1: *The House of TPS*. Source: Kehr and Proctor (2016)

Os dois pilares do TPS são o *Just in Time* e o *Jidoka*. A produção *Just in Time* consiste em produzir uma peça apenas depois de esta ter sido encomendada, evitando os riscos de sobre produção. O *Jidoka* - ou Autonomação - consiste em impedir a passagem de um defeito à estação seguinte ao encorajar os trabalhadores a parar a produção em caso de anomalia de uma peça ou da máquina.

Como alicerces, na base da casa, vêm os conceitos de produção nivelada (*heijunka*), processos estáveis e *standard*, a gestão visual e a filosofia *Toyota Way*. A filosofia *Toyota Way* é um conjunto de 14 princípios por que se regem todas as fábricas da Toyota em todo o mundo. Estes são agrupados em quatro categorias - Filosofia (*Philosophy*), Processo (*Process*), Pessoas e Parceiros (*People and Partners*) e Resolução de Problemas (*Problem Solving*) - constituindo o modelo dos 4P's, que pode ser consultado na Figura 2.2.

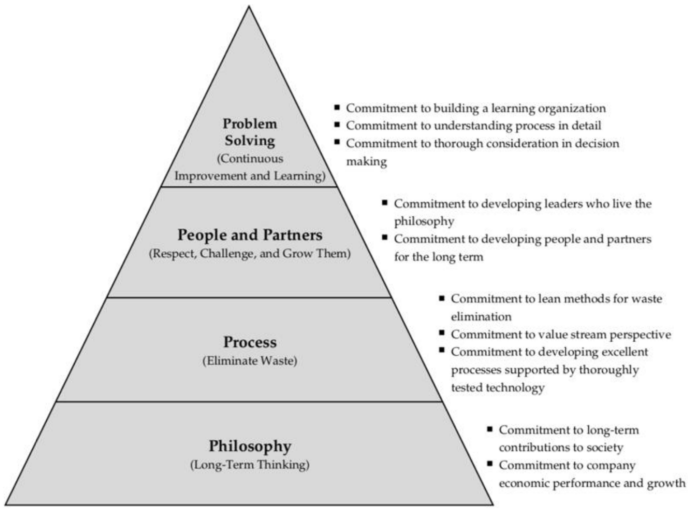


Figura 2.2: Modelo dos 4P's. Source: Liker (2004)

No interior da *House of TPS*, estão representadas as pessoas e o trabalho em equipa, a redução de desperdícios e, no centro, remetendo para a sua elevada importância, o conceito de melhoria contínua (*Kaizen*) (Kehr and Proctor, 2016).

2.2 Kaizen: Melhoria Contínua

Kaizen deriva de duas palavras japonesas: *Kai* que significa mudança e *Zen* que significa para melhor e é o nome dado à filosofia de melhoria contínua que nasceu no Japão com a Toyota Production System. Como o termo implica, Kaizen é um esforço contínuo e constante, aplicado no dia-a-dia e que se foca em melhorar o processo e não só o resultado final. (Maarof and Mahmud, 2016)

Todos os níveis da hierarquia organizacional são envolvidos e os trabalhadores, contrariamente ao que era normal até ao aparecimento desta forma de pensar inovadora, são encorajados a partilhar as suas ideias de melhoria e a implementá-las, algo que muitas vezes vai além das suas obrigações contratuais (Brunet and New, 2003).

Na base do Kaizen, estão pequenas melhorias incrementais que, embora aparentemente insignificantes quando observadas no singular, adicionam-se para conseguir resultados significativos. Por natureza, a melhoria contínua requer investimentos baixos e soluções *low-cost* e, por consequência, implica baixo risco para uma empresa. Na Figura 2.3, é possível observar o crescimento obtido através da prática de da melhoria contínua e como este se compara ao crescimento obtido através da inovação por grandes investimentos.

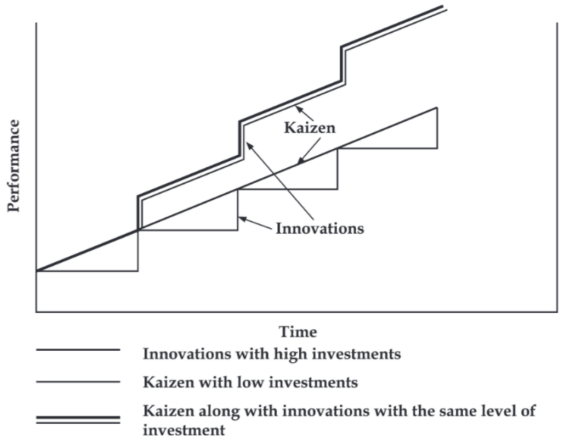


Figura 2.3: Kaizen vs. Innovation. Source: Kiran (2017)

Conclui-se que a melhoria contínua constitui uma forma sustentável de crescimento que pode ser adotada por qualquer empresa e com resultados a par da inovação por grandes investimentos. O crescimento mais acentuado verifica-se quando os dois tipos de melhoria são postos em prática, sendo necessário saber distinguir quando um ou o outro são necessários (Kiran, 2017).

Ciclo PDCA

O ciclo PDCA - Figura 2.4 - ilustra a continuidade da implementação de melhorias da filosofia Kaizen.

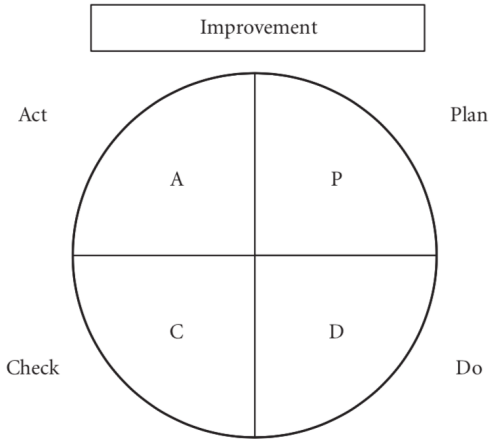


Figura 2.4: Ciclo PDCA. Source: Imai (2007)

É composto por quatro fases:

- *Plan* (Planear) - Identificar o objeto da melhoria e conceber a melhor forma de a atingir;
- *Do* (Fazer) - Implementar o plano elaborado na etapa prévia;
- *Check* (Verificar) - Certificar-se que a melhoria implementada continua em vigor e que produziu os resultados pretendidos;
- *Act* (Agir) - Normalizar a melhoria implementada para garantir que o problema inicial não se volta a repetir e estabelecer novos objetivos de melhoria.

Ser cíclico implica que a organização deve propor-se continuamente novos desafios de implementação de melhorias e assim mitigar a resistência à mudança, que é frequente encontrar nos trabalhadores (Imai, 2007).

2.3 Os Sete Desperdícios

Um desperdício é definido como sendo uma atividade que não adiciona valor ao cliente. A metodologia Lean tem como objetivo eliminar todas estas atividades. No entanto, antes de atuar num desperdício para o eliminar, é necessário perceber se ele adiciona serve um propósito no processo produtivo e adicionar valor à empresa. (Melton, 2005)

No contexto dos processos produtivos existem sete tipos de desperdícios, ilustrados na Figura 2.5. Estes foram inicialmente identificados por Ohno (1988) e, mais tarde, descritos por Womack and Jones (1996). Os setes desperdícios incluem:



Figura 2.5: Os Sete Desperdícios. Source: Melton (2005)

1. Sobreprodução - Quando a produção se prolonga além do tempo necessário. Isto resulta num aumento do inventário ou na produção antecipada.

2. Tempo de espera - Quando existem períodos de inatividade devido a falta de material, informação ou equipamentos.

3. Transporte - Movimentos desnecessários ou excessivamente longos de produtos e materiais. Todos estes movimentos atrasam o processo e devem ser minimizados, pois não acrescentam valor ao produto.

4. Inventário - Excessos de inventário aumentam custos de armazenamento e de mão-de-obra para a sua manutenção e transporte, para além do risco de se tornar obsoleto.

5. Excesso de processamento - Fazer mais trabalho do que o necessário ou qualidade superior à requerida pelo cliente. Acontece devido à falta de normalização dos processos ou de requisitos de qualidade pouco claros.

6. Movimentação - Deslocamentos desnecessários que podem ser devidos a um *layout* ineficiente, má organização do local de trabalho ou indisponibilidade de materiais e ferramentas.

7. Defeitos - Produto acabado que não está em conformidade com as especificações do cliente. Resulta em gastos de material, tempo e mão-de-obra e insatisfação do cliente.

2.4 Ferramentas Lean

Nesta secção são apresentadas algumas das ferramentas pertencentes à filosofia *Lean* nomeadamente a gestão visual, a metodologia 5S e a normalização do trabalho.

2.4.1 Gestão Visual

A gestão visual consiste em recorrer a estímulos visuais para melhorar a performance de uma organização (Tezel et al., 2009). Utilizando uma forma de disponibilizar informação que pode ser entendida em poucos segundos e por qualquer pessoa, o processo torna-se transparente e problemas emergentes são rapidamente identificados e resolvidos.

Numa organização que siga uma filosofia Lean, grande parte da comunicação é feita através de ferramentas visuais pois uma das premissas do TPS é que todos os envolvidos compreendam o processo e o seu estado em qualquer momento. Desta forma, qualquer interveniente pode identificar falhas, dar o seu *feedback* e sugerir quais os ajustes a fazer (Womack and Jones, 1996).

Aliado a um maior envolvimento de todos os níveis da hierarquia organizacional, por ser extremamente intuitiva, a comunicação visual facilita e simplifica o trabalho o que também contribui para uma maior motivação dos trabalhadores (Moser and Santos, 2003).

2.4.2 5S

O 5S é uma metodologia japonesa que tem como objetivo melhorar e manter a organização de um posto de trabalho e é uma das ferramentas de gestão visual mais amplamente utilizadas. A sua implementação conta com cinco fases consecutivas:

- *Seiri* (selecionar) - Na primeira etapa faz-se a triagem dos diferentes itens existentes no posto de trabalho entre aqueles que servem um propósito e que por isso devem ser mantidos e aqueles que devem descartados ou relocalizados.
- *Seiton* (organizar) - Após a seleção dos itens necessários, designa-se um local para um deles. Esta organização deve ser feita de acordo com a frequência de utilização de cada um deles.
- *Seiketsu* (limpar) - Uma vez organizado, passa-se à limpeza do posto de trabalho e das ferramentas.
- *Seisou* (normalizar) - Para garantir o cumprimento das três primeiras etapas, são elaboradas normas e procedimentos a seguir que devem ser visuais, intuitivos e de fácil compreensão.
- *Shitsuke* (disciplinar) - Por último, é necessário tornar os quatro S num hábito. Para tal, é necessário incutir nos trabalhadores e na cultura da empresa uma filosofia de melhoria contínua.

Os benefícios documentados para a aplicação da metodologia são numerosos, entre eles destacam-se a redução de custos e de stocks, uma maior segurança do trabalhador, a diminuição ou total eliminação do tempo despendido à procura de itens necessários ao trabalho, maior longevidade dos equipamentos e um maior envolvimento e motivação dos trabalhadores (Michalska and Szewieczek, 2007).

2.4.3 Normalização do Trabalho

Segundo Liker (2004), e reforçado por Kehr and Proctor (2016) na *House of TPS*, a normalização do trabalho é uma das ferramentas principais do TPS e a base para a melhoria contínua. Sem primeiro normalizar o trabalho e os processos, não é possível introduzir e manter melhorias.

Ao operar segundo uma filosofia *Lean*, é necessário que todos utilizem o mesmo método e executem as tarefas na mesma sequência, caso contrário, o resultado é imprevisível e não é possível manter sempre o mesmo nível de qualidade. A normalização do trabalho oferece guias intuitivas e visuais que todos devem seguir para minimizar a variabilidade do processo (Liker, 2005).

Ciclo SDCA

À semelhança do ciclo PDCA já discutido, existe o ciclo SDCA - Figura 2.6.

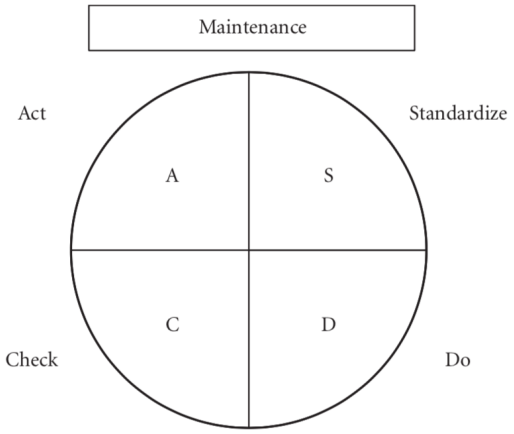


Figura 2.6: Ciclo SDCA. Source: Imai (2007)

Neste, a fase *Plan* é substituída por *Standardize* (Normalizar). Imai (2007) diz-nos que todo o processo recente é instável. Para reduzir esta variabilidade é necessário primeiro normalizar o processo, recorrendo ao ciclo SDCA e só depois planear aplicar melhorias.

2.5 *Stocks* Intermédios

A literatura diz-nos que o fluxo do processo produtivo deve ser de uma única peça, sem incorrer em custos de inventário. No entanto, isto implica que o tempo de ciclo seja igual em todas as estações, o que nem sempre é possível. Assim, são usados *stocks* intermédios, inventários entre duas estações com níveis fixos e rigorosamente controlados e mantidos perto da linha de produção. O inventário pode ser de partes de fornecedores, de *Work In Progress* ou de produtos acabados.

A principal vantagem de manter inventários intermédios, que, dependendo da estratégia da empresa, pode superar os custos de manter inventário, é conseguir nivelar e suavizar variações na produção quando estas são imprevisíveis ou muito acentuadas ou compensar a incapacidade

do process. Num processo que siga uma filosofia *Lean* os níveis de inventário são o mais baixos possíveis e estritamente limitados à quantidade necessária (Cuatrecasas-Arbos et al., 2011).

O *Kanban* é um exemplo de inventário intermédio com níveis de *stock* bem definidos de forma a evitar a sobreprodução e recorre a sistemas visuais e intuitivos como luzes, cartões ou carrinhos coloridos para sinalizar a necessidade de produzir para reabastecer o inventário (Imai, 2007).

Dimensionamento de *Stocks*

Dimensionar adequadamente um *stock* é essencial à gestão do processo produtivo para que os níveis de inventário sejam adequados às necessidades da organização.

O Ponto de Encomenda é o número de unidades que sinaliza a encomenda ou produção de um item para reabastecimento de inventário e é dimensionado da seguinte forma:

$$\text{Ponto de encomenda} = \text{Procura no } \textit{Lead Time} + \textit{Stock} \text{ de Segurança} \tag{2.1}$$

Por sua vez, a Procura no Lead Time é dimensionada recorrendo à fórmula:

$$\text{Procura no } \textit{Lead Time} = \text{Lead Time Médio x Procura Média} \tag{2.2}$$

O *Stock* de Segurança é um nível de *stock* que é mantido para evitar rutura em caso de eventos imprevisíveis tais como picos de procura. Para o cálculo do *Stock* de Segurança, existem várias formas diferentes de o fazer, de seguida, apresenta-se uma das mais comummente utilizadas (Burton and Wall, 1998):

$$\begin{aligned}\textit{Stock} \text{ de Segurança} = (&\text{Procura Máxima x } \textit{Lead Time} \text{ Máximo}) \\ &- (\text{Procura Média x } \textit{Lead Time} \text{ Médio})\end{aligned} \tag{2.3}$$

2.6 Análise de Investimentos

Para avaliar se um investimento deve ser feito ou não, existem algumas métricas que podem ajudar na toma da decisão. Duas das métricas mais utilizadas para este fim são:

- *Return On Investment* (ROI) - Previsão da proporção entre os ganhos que advêm de um investimento e os custos do investimento.

$$ROI = \frac{Ganhos - Custos}{Custos} \tag{2.4}$$

- *Payback Period* - Período que leva até os ganhos obtidos através do investimento serem iguais ao valor investido, ou seja, o tempo necessário para que o investimento se pague a si próprio (Smith, 2007).

Capítulo 3

Descrição do Problema

O presente capítulo faz o mapeamento do processo de produção da fábrica e explica como a gestão da produção é feita. De seguida, procede-se à identificação das possibilidades de melhoria e problemas encontrados.

A produção na Soft Crafts segue um sistema *pull*, ou seja, só se produz quando se recebe no sistema ERP uma *Sales Order* introduzida pela equipa comercial em Inglaterra. A exceção ao sistema *pull* é a produção para o *stock* intermédio de cascos de madeira, em que o próprio ERP faz a sugestão de produção para inventário, quando se atinge o nível definido para o ponto de encomenda.

Uma das maiores dificuldades de manter um sistema totalmente *pull* prende-se com o facto de que este setor ser bastante afetado por picos de produção. Analisando o número de ordens de produção concluídas durante o ano de 2019 - Figura 3.1 -, são evidentes as grandes flutuações na procura e, consequentemente, na produção. Como é normal no setor do mobiliário, a procura é afetada por sazonalidade: aumenta antes do Natal e nos meses de Verão e que sofre uma queda nos primeiros meses do ano.

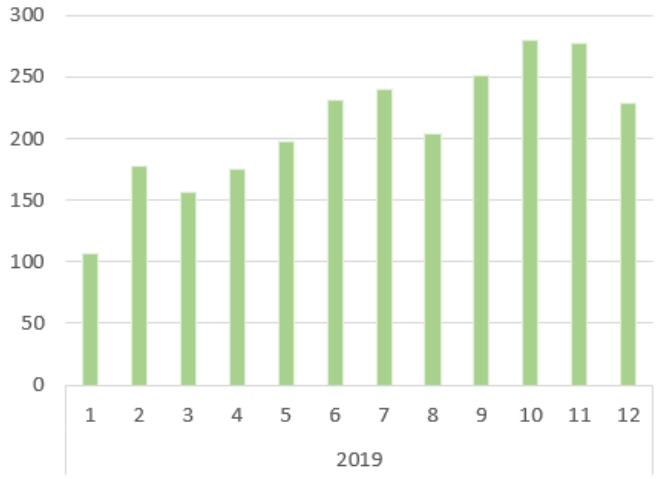


Figura 3.1: Número de ordens de produção concluídas por mês ao longo de 2019.

Produzem-se três tipos de produtos: *Standard* (ST), *Bespoke* (BS) - algumas medidas personalizadas pelo cliente - e *Bespoke Bespoke* (BB) - todas as medidas personalizadas, sendo que a maior parte dos produtos vendidos é do tipo *Standard*. A referência usada para identificar cada produto tem três parcelas, por exemplo, **ST-PARI-DIN**: ST diz-nos que se trata de um produto *standard*, a parcela do meio remete para o modelo - Paris - e a última parcela para a família do produto que é, neste caso, *Dining Chair*.

Depois de receber uma *Sales Order*, é lançada uma *Production Order* (PO) que é impressa e dada aos trabalhadores e que contém a referência do produto a produzir e todas as especificações necessárias. Cada trabalhador utiliza a PO para scanear o ínicio e o fim da tarefa que efetuou num determinado produto.

Na PO também vem expresso se a ordem de produção é para cliente, para *stock* que é armazenado no armazém em Inglaterra ou para o *showroom* também ele em Inglaterra. Tanto na produção como na expedição, as ordens de produção para cliente têm sempre prioridade sobre as restantes.

Ao longo da produção, desde a carpintaria até ao *Cushion Filling*, os operadores, familiarizados com os produtos, são encorajados a fazer o controlo de qualidade a cada etapa, segundo o princípio *Jidoka*, e a assinalar a presença de defeitos para que possam ser imediatamente corrigidos. Existe, mesmo assim, uma última etapa de *Quality Control* para garantir que nenhum produto defeituoso sai da fábrica. De seguida, procede-se ao mapeamento do fluxo das peças dentro da fábrica, para melhor compreensão do processo.

3.1 Mapeamento do processo

A fábrica apresenta um *layout* em U. A figura 3.2 ilustra o fluxo que segue cada produto, desde o início da sua produção à sua expedição, na zona de carga.

Nas secções seguintes, faz-se uma breve descrição das atividades desenvolvidas em cada uma das etapas da produção.

3.1.1 Carpintaria

Localizado entre a carpintaria e a pintura, existe um stock intermédio de cascos de madeira para alguns dos produtos produzidos pela empresa. Ao entrar uma ordem de produção, se o casco existir em stock, tira-se do stock e passa-se diretamente à fase da pintura. Como há grande variedade de produtos mas com procura relativamente baixa - *High Mix Low Volume* (HMLV) - não se mantém todos os produtos em *stock*, apenas os produtos *Standard* com maior rotação. As duas principais vantagens do *stock* intermédio são:

- Amortecer variações na procura, que são muito acentuadas neste setor;
- Conseguir um *Lead-Time*, desde a encomenda até à entrega em Inglaterra, muito competitivo face à fábrica de Inglaterra.

A área onde cada produto deve ser armazenado é delineada por fita amarela e identificada por um cartão com a referência do produto, o stock minínimo a manter e a quantidade de encomenda.

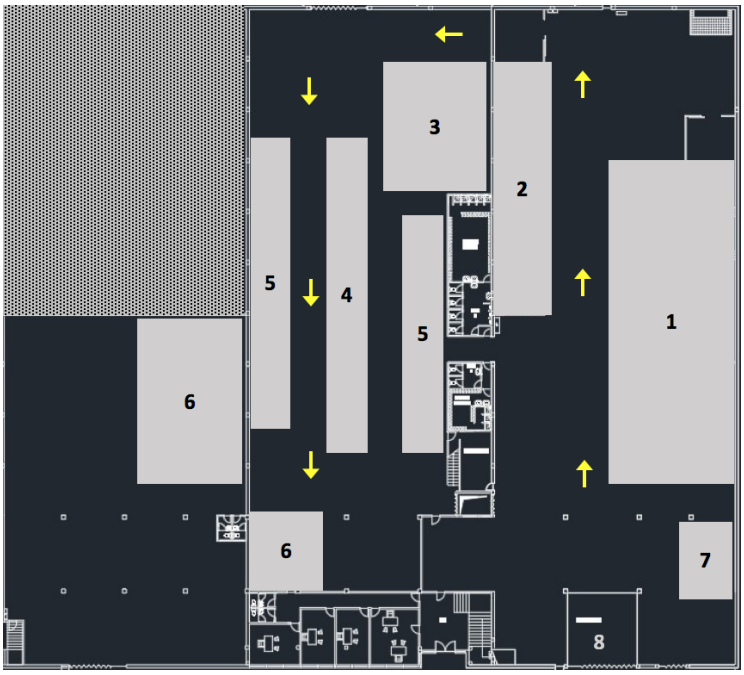


Figura 3.2: Layout da fábrica. 1-Carpintaria, 2-Pintura e Polimento, 3-Bodywork, 4-Corte e Costura, 5-Estofo, 6-*Cushion Filling*, 7-*Quality Control* e Embalamento, 8-Cais de carga

Estes dados estão introduzidos no sistema ERP e implicam que quando o stock atinge o valor do stock minímo, o sistema de ERP sugere lançar uma ordem de produção com, no mínimo, o número de unidades fixado para a quantidade mínima de encomenda.

Esta é a única fase do processo onde não existe personalização por parte do cliente, os cascos em madeira são iguais para todos os produtos ST, e é por isso a única fase do processo onde é possível manter produtos em stock. É também uma fase em que os custos de materiais são muito baixos, quando comparados com o preço de retalho do produto, pelo que o custo de *stock keeping* é facilmente compensado pelas vantagens acima referidas.

3.1.2 Pintura e Polimento

Na unidade da pintura e polimento, há três postos de trabalho diferentes, com diferentes funções, como ilustrado na figura 3.3.

3.1.3 Bodywork

Na secção do *bodywork*, acrescentam-se ao casco de madeira alguns elementos que dão corpo à peça como molas e espumas.

3.1.4 Corte e Costura

No corte, três pessoas fazem o corte de tecidos, duas fazem-no manualmente e um terceiro operador utiliza uma cortadora CNC.

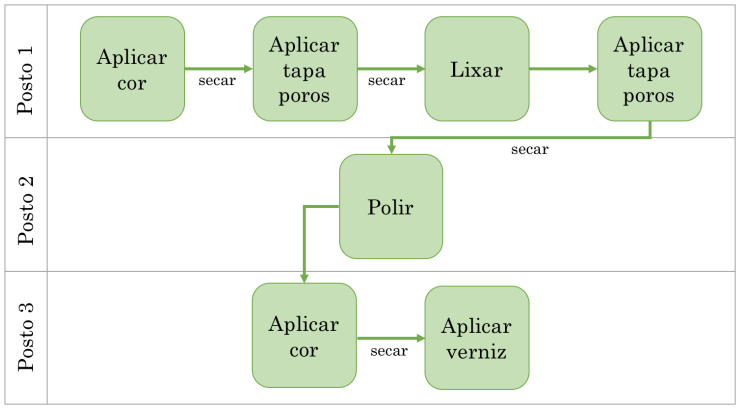


Figura 3.3: Mapa do processo no setor da pintura.

Os tecidos cortados passam para as costureiras.

3.1.5 Estofo

Na secção do estofo, utilizando os tecidos cortados à medida da peça e um enchimento de fibra, faz-se a estofagem das peças.

3.1.6 Cushion Filling

O trabalhador responsável pelo enchimento de almofadas tem primeiro de encher um *cambric* com penas, numa sala própria para o efeito, cortar a espuma para a almofada segundo um molde e com ambos encher a almofada cosida pelas costureiras.

3.1.7 Controlo de Qualidade e Embalamento

O controlo de qualidade e o embalamento são feitos pela mesma equipa. Caso seja encontrado um defeito, este é assinalado e gravado no computador, segundo o tipo de defeito. Se passar todos os requisitos de qualidade, o produto é embalado e armazenado junto à zona de carga, a aguardar a sua expedição.

3.1.8 Expedição

A expedição normalmente é feita com camiões com uma frequência de uma a duas vezes por semana, consoante a necessidade. Por outras palavras, o volume de produtos a exportar, em cada semana, é equivalente ao volume de entre um a dois camiões.

A carga do camião é feita manualmente. Requer a mão-de-obra de quatro pessoas, os dois trabalhadores do embalamento e dois *handymen*, devido ao elevado peso das caixas, e um supervisor que se certifica de que todos os produtos a ser entregues são carregados.

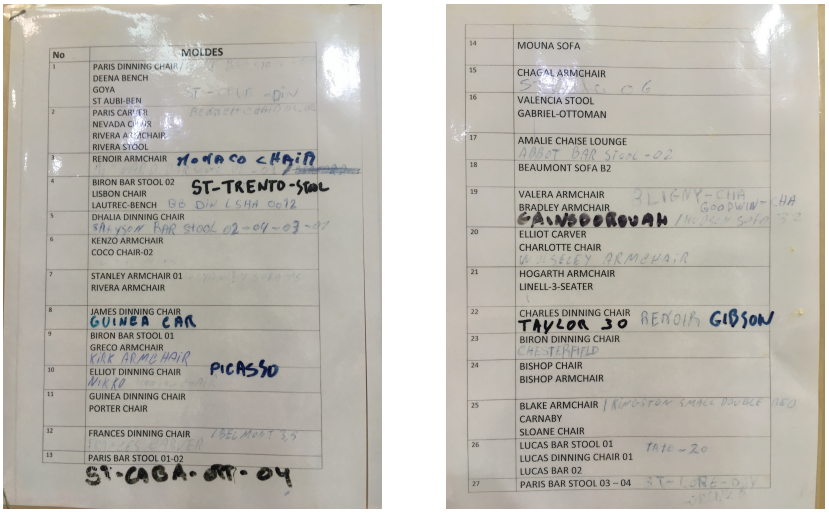
3.2 Desorganização dos Moldes da Carpintaria

A carpintaria utiliza, para o corte de madeiras, moldes que estão organizados num livro como se pode ver na Figura 3.4.



Figura 3.4: Livro contendo os moldes da carpintaria.

Quando a fábrica abriu, não produzia todos os produtos da marca e o espaço era suficiente para os moldes. Com a adição de novos produtos ao leque de referências produzidas pela fábrica, começou a haver cada vez mais moldes, mas não se mudou o espaço onde eles eram guardados. Como consequência, neste momento é bastante difícil aceder aos moldes sem ter de remover outros moldes que estejam por cima. Como são muito pesados, a tarefa de procurar um molde torna-se muito demorada e difícil. Também a lista onde se consulta a referência de um molde e a sua posição se encontra bastante degradada e alguns nomes de produtos quase ininteligíveis como se pode ver pela Figura 3.5.



(a) (b)

Figura 3.5: Lista para localização dos moldes.

3.3 Degradação e Errado Dimensionamento do Stock Intermédio

Constatou-se que o inventário intermédio, localizado entre a carpintaria e a pintura, estava mal dimensionado. Como não se guarda inventário de todos os artigos, apenas dos mais procurados, isto levava a:

- Perda de tempo a produzir peças com baixa rotação;
- Desperdício de espaço com produtos que raramente são encomendados.

Para além disto, verificou-se que não estavam a ser respeitadas as áreas designadas para inventário, como se pode observar na figura 3.6. Estavam a misturar-se os produtos do *stock* com trabalho em curso vindo da carpintaria à espera de passar para a pintura. Isto resultava em dois principais problemas:

- Erros a fazer contagens de inventário - feitas periodicamente para atualizar os dados no SAP;
- Perda de tempo à procura das peças para pintar, colocadas erradamente pelos carpinteiros nas áreas designadas para *stock*.



Figura 3.6: Diferentes produtos misturados nos locais designados para *stock*.

Concluiu-se, pelas razões acima descritas, que era necessário fazer o redimensionamento do inventário intermédio.

À data do início da dissertação, o *Lead Time* para ordens de cliente - medido como o tempo decorrido entre a receção da ordem de produção e o fim da sua produção - era de, em média, 16 dias. O redimensionamento do inventário tem como objetivo não só reduzir os níveis de *stock* mas também diminuir este *Lead Time*, ao amortecer as variações da procura. Assim, o *Lead Time* é o KPI mais importante para avaliar se o inventário está a ter a *performance* pretendida e a acrescentar valor ao processo.

3.4 Baixa Produtividade no Setor da Pintura

A partir do mês de Novembro, começou a verificar-se um problema de acumulação de trabalho, ou seja um crescimento anormal do volume de peças depositadas no espaço de acesso à cabine de pintura e à espera de serem pintadas. Não se tendo registado qualquer diminuição da mão-de-obra disponível e efetivamente aplicada nesta função, nem um aumento da produção que possam, quer uma quer outra, explicar o fenómeno descrito, o mesmo só pode ser interpretado como tendo origem numa redução da produtividade.

Consultando os três operadores deste setor, bem como o responsável por esta área, concluiu-se que a causa mais provável para este problema seria a humidade dentro da cabine de pintura que, ao aumentar o tempo de secagem entre as diferentes fases - Figura 3.3 -, aumenta o tempo total do processo.

3.5 Perda de Produtividade por Retrabalho na Secção do *Bodywork*

Falando com os trabalhadores e os planeadores de produção, identificou-se que na secção do *Bodywork* é frequente ocorrerem erros que levam a ter de refazer o trabalho em parte ou na totalidade. Refazer o trabalho resulta em desperdício de materiais, tempo e potencial *starving* das etapas do processo mais a jusante.

Os erros mais comuns devem-se à utilização de espumas com a espessura errada, cortadas com as medidas erradas ou a falta de alguns elementos, mais pequenos, mas essenciais ao corpo da peça. Identifica-se a causa para estes erros como sendo a fraca qualidade das instruções em desenho 2D - exemplificado na figura 3.7 - enviadas por Inglaterra que acompanham as ordens de produção e que os operadores devem seguir para executar o trabalho.

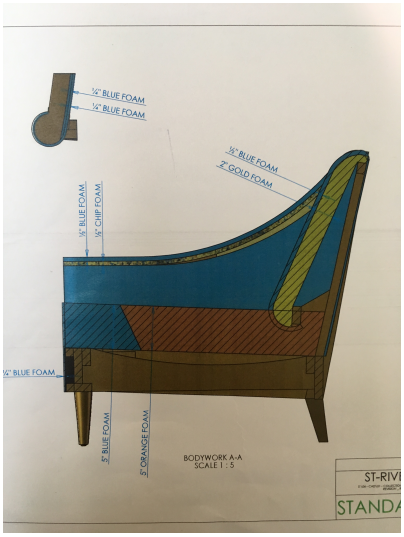


Figura 3.7: Exemplo de instrução

Observando os desenhos das ordens de produção conclui-se que:

- Alguns pormenores, mais pequenos, são totalmente omitidos nos desenhos;
- Como as espumas utilizadas em Inglaterra são diferentes das usadas em Portugal, nem sempre existe uma correspondência direta para as espessuras, abrindo um precedente para variabilidade do processo, pois cabe ao colaborador a decisão de escolher uma espuma com uma espessura aproximada;
- As espumas, no desenho 2D, são identificadas pela cor da espuma utilizada em Inglaterra. Como a cor das espumas utilizadas em Portugal é diferente, porque são compradas a fornecedores diferentes, é frequente a legenda induzir em erro.

Estes erros são normalmente assinalados na etapa seguinte pelos estofadores que, pela sua experiência ou por um desajuste entre as espumas e o tamanho dos tecidos cortados, se apercebem do erro.

Embora este problema tenha sido identificado como recorrente por todos os colaboradores, não existe à data um registo dos erros pelo que não é possível quantificar a sua incidência.

3.6 Desorganização do Espaço e dos Postos de Trabalho na Secção do *Bodywork*

Na secção do *Bodywork*, constatou-se que havia alguma desorganização do espaço e dos postos de trabalho. Os maiores problemas encontrados foram:

- Falta de gestão dos desperdícios, evidente na Figura 3.8 (a);
- Desorganização dos moldes usados para cortar as espumas - Figura 3.8 (b);
- Desorganização dos armários;
- Acumulação de itens que não são utilizados;
- Falta de controlo dos níveis de *stock* de produtos consumíveis.



(a) Fraca gestão dos desperdícios.

(b) Desorganização dos moldes.

Figura 3.8: Desorganização da secção do *Bodywork*.

Como tal, decidiu-se que a solução seria a implementação da metodologia 5S nesta secção e nos quatro postos de trabalho que a compõem para mitigar os problemas encontrados.

3.7 Baixa eficiência na carga

Na zona de pré-carga, adjacente ao cais de carga, é evidente que há alguma falta de espaço para manter os produtos a aguardar exportação como se pode ver na Figura 3.9. Estes são normalmente empilhados em dois níveis. Antes da carga, é comum haver caixas a obstruir os corredores e a ultrapassar as marcas que limitam a área onde se devem manter os produtos, impedindo a passagem dos empilhadores. Em parte, isto deve-se a um elevado volume de produtos produzidos para *stock* ou *showroom* que, como não têm prioridade ou urgência, ficam no cais de carga a impedir área sem ter qualquer rotação. Estes produtos são apenas enviados quando há espaço sobrante dentro do camião, o que é raro acontecer.



Figura 3.9: Acumulação de caixas no cais de carga e nas áreas adjacentes.

Ao observar o processo de carregamento de um camião, verificou-se que este era muito pouco eficiente e que grande parte do tempo era perdido em atividades *Non-Value Added* (NVA).

A atividade NVA que mais consome tempo do processo é procurar as caixas a carregar num determinado dia. Como os carregamentos são semanais ou bissemanais acumulam-se caixas com diferentes prioridades de envio e em grande número e torna-se difícil encontrar as caixas identificadas apenas pelo número da PO, inscrito numa etiqueta branca que é igual para todas as caixas.

Observou-se que procurar uma caixa demora, em média, 6,5 minutos e, no máximo, 16 minutos. Durante quatro semanas registaram-se as durações do processo de carga, que em média dura 2,5 horas. Dos 7 carregamentos observados, em 3 foi necessário incorrer em horas extra para terminar a carga.

Também se observou que as caixas estavam dispostas aleatoriamente, ou seja, depois de embalado, um produto fica guardado onde houver espaço, fazendo com que, por exemplo, um produto que vá ser carregado nos dias seguintes, fique colocado mais longe do cais de carga do que outro

que não vai ser exportado até à semana seguinte. Pela mesma razão, às vezes é necessário movimentar várias caixas para encontrar uma caixa com uma determinada PO, o que, devido ao elevado peso das caixas, resulta num grande esforço por parte dos colaboradores.

Pelas razões apresentadas, verifica-se que os colaboradores percorrem distâncias demasiado longas e fazem esforços desnecessários para conseguir localizar um produto e depois transportar e carregá-lo no camião, que fazem com que o processo de carga do camião seja extremamente demorado.

Capítulo 4

Metodologia

No presente capítulo apresentam-se as metodologias utilizadas para elaborar soluções de resposta aos problemas apresentados no Capítulo 3. As melhorias que tiveram uma implementação direta não são referidas neste capítulo e são apenas apresentados os resultados no Capítulo 5.

4.1 Redimensionamento do stock intermédio

O redimensionamento do stock intermédio foi feito através da elaboração de uma ferramenta de apoio à decisão que analisa o histórico de encomendas de um período de tempo definido, e que, com base nestes dados, sugere se uma referência deve ser ou não mantida em *stock*. O objetivo é manter apenas o *stock* indispensável sem incorrer em excessos de inventário.

A ferramenta permite escolher qual a parte do histórico a analisar, introduzindo as datas de início e de fim. Para o redimensionamento feito, analisou-se a produção num período de um ano, de setembro de 2018 a setembro de 2019, por ser mais representativo dos níveis de procura atuais, ignorando os restantes meses de 2018 em que os níveis de procura eram ainda muito baixos, pois a fábrica ainda se estava a estabelecer.

4.1.1 Ponto de Encomenda

O ponto de encomenda (PE) é calculado utilizando a equação 2.1. Para simplificação dos cálculos e porque o *stock* de segurança não assume uma grande importância neste caso, uma vez que há sempre a possibilidade de produzir, em vez de retirar do *stock*, substitui-se esta parcela por um coeficiente de segurança (CS), como mostrado na equação 4.1.

$$\text{Ponto de encomenda} = \textit{Lead Time} \text{ x Procura x CS} \tag{4.1}$$

O coeficiente de segurança tem o objetivo de salvaguardar grandes variações na procura que por vezes se verificam, como mostrado no gráfico 3.1. Para as alterações feitas aos níveis de inventário, utilizou-se um coeficiente de segurança de 1,5, obtido empiricamente. Este pode ser

facilmente ajustado consoante o nível de segurança que se queira manter podendo ser aumentado em antecipação de picos de procura e diminuído nas alturas com baixo volume de vendas.

A procura é analisada em termos das unidades vendidas de cada produto pelo que se torna necessário ter em conta o número de unidades que normalmente cada encomenda tem pois é necessário poder satisfazer o total de uma encomenda com as unidades em *stock*.

Por esta razão, a ferramenta analisa a moda das unidades por encomenda para um determinado produto e faz um arredondamento do valor do PE ao múltiplo da moda acima deste valor. Para mais fácil compreensão do funcionamento da ferramenta, apresentam-se alguns exemplos na Figura 4.1.

Média mensal	COM-FR	Stock Mínimo 01/10/2019	Lote de Produção 01/10/2019	Moda (Ordens de cliente)	Moda	N of Orders	AVG of Orders	LT (dias)	LT (meses)	Stock min (AVG*LT*CS)	Ponto de encomenda	Lote de produção	Decisão
13,62	COM-FR-PARI-DIN	14	6	6	8	41	1,952	8,75	0,292	6	6	6	Manter Stock
7,31	COM-FR-BYRO-DIN	12	8	8	6	36	1,714	8,75	0,292	3	8	8	Manter Stock
11,62	COM-FR-CHAR-DIN	16	8	8	10	30	1,429	8,75	0,292	5	8	8	Manter Stock

Figura 4.1: Ferramenta de apoio à decisão.

Por exemplo, para o caso da referência ST-BYRO-DIN, embora o cálculo do PE sugira um valor de 3 unidades é necessário que, quando entre uma ordem de produção, se possa satisfazer a totalidade da encomenda, na maior parte das vezes. Como a moda nos diz qual o número de unidades mais frequente para uma encomenda, faz sentido arrendondar por excesso o valor do PE ao valor da moda.

Ainda na Figura 4.1, verifica-se que existem dois valores diferentes para a moda do número de unidades por ordem de produção. O valor utilizado para o cálculo do PE é a moda das ordens de produção para cliente, pois são aquelas a que é imperativo responder com rapidez. No entanto, uma vez que a produção é de baixo volume, o número de registos históricos também é limitado, e, para algumas referências, não existem dados suficientes para fazer esta análise estatística. Nestes casos, utiliza-se a moda de todas as ordens de produção, incluindo ordens de produção para *stock* e *showroom*.

Por sua vez, cálculo do LT é obtido somando a média do LT entre a receção de uma ordem de fabrico e o início da primeira operação na carpintaria - 6,25 dias no período estudado - e uma estimativa do tempo de produção na carpintaria para cada família de produtos. Assim, obtém-se um valor muito aproximado para o LT entre a entrada da ordem de produção e o fim da sua produção na carpintaria.

4.1.2 Restrições

A decisão do número de referências a manter foi feita com base numa restrição de área. Estimou-se que existiria na fábrica área disponível para manter em inventário cerca de 60 a 70 referências.

Depois de ter a ferramenta construída e os pontos de encomenda calculados para todas as referências existentes definiu-se, de forma iterativa, que só se manteriam em *stock* referências que tivessem sido produzidas 10 ou mais vezes no período analisado. Com base neste critério, a ferramenta retorna uma de três decisões:

- Manter *Stock* - Quando a referência já existia em *stock* anteriormente e obedece ao critério definido.
- Eliminar *Stock* - Quando a referência existia em *stock* mas não obedece ao critério definido.
- Criar *Stock* - Quando a referência não existia em *stock* mas obedece ao critério definido.

Uma vez que a ferramenta utiliza uma estimativa do tempo de produção na carpintaria para cada família de produtos, que se verifica para a maior parte dos produtos, ignora os casos em que se trata de um produto mais detalhado e que dê mais trabalho. Para salvaguardar estas situações, reuniu-se com os planeadores de produção antes de tomar uma decisão final e fez-se uma revisão dos produtos que deviam ser mantidos, mesmo que o valor para o stock mínimo não o justificasse de acordo com os critério fixado inicialmente. Em algumas situações, também se optou por não adicionar uma nova referência ao *stock*, devido à simplicidade e rapidez com que é fabricada, comparado com os restantes produtos.

4.1.3 Quantidade Mínima de Encomenda

Ao atingir o ponto de encomenda, o sistema ERP vai sugerir uma a produção de de uma ordem que é, em número, no mínimo igual ao valor definido para a Quantidade Mínima de Encomenda. Ou seja:

$$\text{Quantidade de Encomenda} = \text{Quantidade Mínima de Encomenda} + (\text{Ponto de Encomenda} - \text{Stock Atual}) \quad (4.2)$$

A Quantidade Mínima de Encomenda foi fixada para cada família de produtos com base na vantagem produtiva que advém de se produzir múltiplos produtos ao mesmo tempo, ou seja, quanto mais unidades são produzidas de uma vez, menor o tempo que leva a produzir cada uma das unidades. Como se pode verificar através do gráfico da Figura 4.2, verifica-se uma vantagem a partir de 2 produtos que aumenta novamente quando se produz 4 produtos e estabiliza a partir daí.

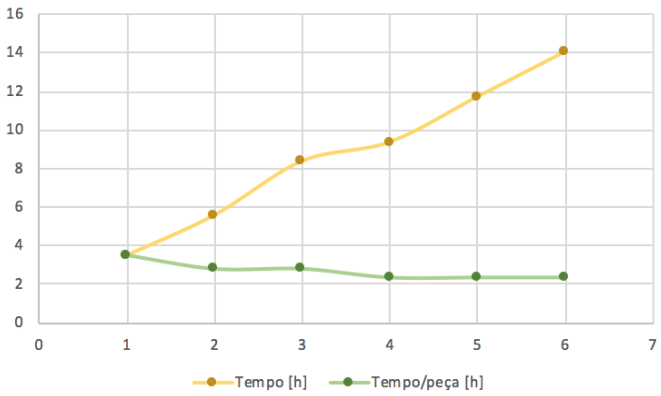


Figura 4.2: Exemplo da vantagem de produzir múltiplos produtos de uma vez.

Para não elevar demasiado os níveis de *stock*, os valores fixados foram um compromisso entre o objetivo de diminuir o número de unidades em inventário e a vantagem produtiva de produzir múltiplas unidades.

Para os produtos da família *Dining Chair* e *Carver*, que são sempre vendidas várias unidades de cada vez, definiu-se que a Quantidade Mínima de Encomenda seria igual à moda. Para os restantes produtos, vendidos em lotes menores, fixou-se a Quantidade Mínima de Encomenda em 2 unidades.

4.1.4 Implementação das Alterações

Começou-se por organizar primeiro o espaço físico de forma a acomodar as alterações: fazer novas marcações no chão com fita amarela de modo a optimizar a área utilizada, criar cartões para as novas referências em *stock* e designar novos espaços para armazenamento de stock, se necessário.

Para os produtos de menores dimensões, implementou-se uma solução em que estes são armazenados em prateleiras como apresentado na Figura 4.3, otimizando a utilização da área.



Figura 4.3: Novo espaço para armazenamento de inventário de produtos de menores dimensões.

Uma vez preparado o espaço, implementaram-se as alterações no sistema ERP. A partir deste momento, o sistema ERP passa a sugerir a produção para inventário segundo os novos valores fixados.

Finalmente, elaborou-se um mapa que ajuda a localizar rapidamente o local de uma referência no inventário e que pode ser consultado no Anexo **??**.

É importante notar que só se produz para inventário quando há uma capacidade de produção para tal. Ou seja, quando produzir para inventário não compromete o JIT das encomendas para cliente.

4.2 Análise da Produtividade da Pintura

Com vista a compreender o problema assinalado anteriormente da redução da produtividade no setor da pintura verificada no mês de novembro, e baseando-nos na hipótese explicativa que havia resultado do inquérito aos operadores da unidade, levou-se a cabo uma análise da relação entre a humidade relativa do ar e o número médio de peças produzidas por dia (considerando "dia"como um dia normal de 9 horas de trabalho). O objetivo da análise é verificar se existe entre as duas variáveis uma correlação que confirme que a queda de produtividade na unidade de pintura se deve a condições climatéricas e assim determinar a causa raiz para o problema encontrado.

Assume-se que as condições do ar dentro da cabine da pintura são iguais às condições do ar no exterior. Esta assunção é válida, dado não existir climatização dentro da fábrica e tendo em conta que há uma constante renovação do ar dentro da cabine de pintura provocada por um extrator de ar aí instalado.

Para a quantificação do nível de humidade, utilizaram-se dados meteorológicos recolhidos pela estação meteorológica do Aeroporto Francisco Sá Carneiro (LPPR).

A análise foi efetuada a partir de dados recolhidos durante seis semanas entre os meses de novembro e dezembro, três dias por semana em dias aleatórios num total de 18 dias.

Agrupando os dados em escalões para os valores da humidade com incrementos de 10%, para mais fácil compreensão dos dados, obteve-se o gráfico apresentado na Figura 4.4.

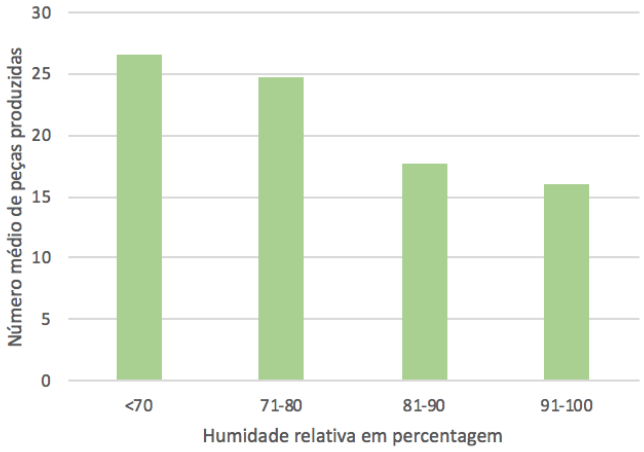


Figura 4.4: Evolução da média de peças produzidas por dia com o aumento da humidade relativa dentro da cabine de pintura.

Observando o gráfico, conclui-se que existe uma clara relação inversamente proporcional entre a capacidade produtiva da unidade e o nível de humidade dentro da cabine, o que permite concluir com segurança que a causa raiz para a diminuição da produtividade é o aumento da humidade relativa do ar dentro da cabine de pintura.

Determina-se que a solução mais indicada para solucionar o problema passa pela aquisição de uma caldeira para climatizar a cabine de pintura e assim conseguir as condições ótimas para o processo de pintura, ie. as condições que permitem uma produção nivelada e previsível.

4.2.1 Análise Económica à Aquisição de uma Caldeira

Uma vez identificado o problema e encontrada uma solução para o mesmo, torna-se necessário determinar qual a viabilidade da solução proposta. Ou seja, é importante averiguar se a vantagem que advém da aquisição do equipamento cuja instalação se propõe é tal que se sobreponha significativamente aos custos de compra e operação.

Torna-se então necessário fazer uma análise económica da aquisição do equipamento em causa para saber se esta é realmente vantajosa para a empresa e para o processo produtivo. Para fazer esta análise, procede-se ao cálculo de todos os ganhos e custos envolvidos.

No gráfico da Figura 4.4 observa-se uma quebra mais acentuada na capacidade de produção para valores superiores a 80% de humidade relativa. Faz então sentido dividir os dados em dois escalões como mostrado no gráfico da Figura 4.5.

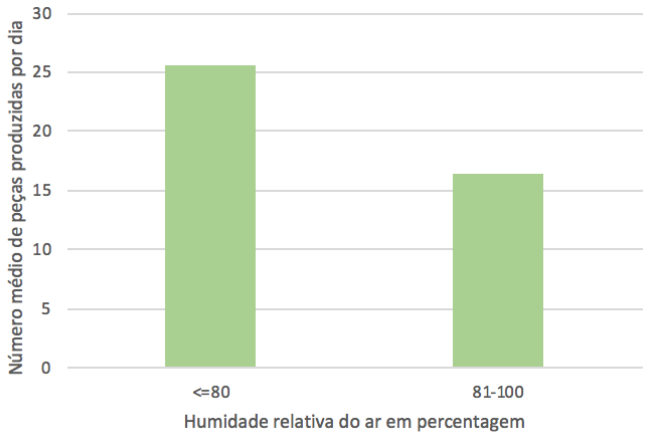


Figura 4.5: Média de peças produzidas por dia com o aumento da humidade relativa dentro da cabine de pintura para níveis de humidade até e a partir de 80%.

Ao fazer esta divisão, os dados são simplificados e isola-se a desvantagem produtiva num único valor, o que irá facilitar a análise económica do equipamento.

Conclui-se que, quando a unidade da pintura e polimento funciona a uma capacidade normal, consegue processar, em média 25,56 peças por dia. Verifica-se que com uma humidade relativa acima de 80%, a capacidade de produção diminui em 36%, para uma média de 16,34 peças por dia.

Esta diminuição da capacidade de produção significa que, em dias em que a produtividade diminui em 36%, são necessárias 5 horas extra de trabalho para completar o volume de trabalho normal para um dia.

Junto do fornecedor do equipamento a adquirir, avaliam-se os custos de instalação e operação da caldeira a partir dos seguintes dados:

- Custo do investimento - 14200,00€;
- Custos de manutenção - 3% do investimento inicial ao ano - 420,00€ por ano;

- Custos de operação - 800,00€ por mês em gasóleo.

Considerando um prazo para amortização de 4 anos, o custo total para o investimento é de 7926,00€ por ano.

Sabendo que 3 trabalhadores operam simultaneamente na unidade e que o custo para a empresa pelo pagamento de horas extra é, em média 11,00€, o ponto de *break-even* é 240,19 horas extra por trabalhador por ano.

A fim de determinar a rentabilidade do investimento, é ainda necessário quantificar a poupança em custos com trabalho extraordinário, o que implica determinar o número de dias em que o equipamento adquirido permite um ganho de produtividade. Por outras palavras, é necessário determinar o número de dias num ano em que a humidade relativa média do ar durante as horas de trabalho é superior a 80%.

Para tal, recorreu-se a dados históricos de meteorologia recolhidos pela estação meteorológica do Aeroporto Francisco Sá Carneiro (LPPR) e disponibilizados pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Por falta de dados meterológicos médios dos últimos anos, utilizam-se dados unicamente relativos a 2019. Neste ponto deparou-se-nos uma dificuldade, que foi a ausência de dados distribuídos ao longo do dia, não sendo assim possível observar diretamete o histórico só para as horas de trabalho. Tomou-se a decisão de construir uma variável consistente na média entre a humidade relativa média e a humidade relativa mínima registadas num determinado dia. Obteve-se assim uma média ponderada em que a humidade relativa mínima tem mais peso do que a humidade relativa máxima. Este aspeto é considerado decisivo para a análise, uma vez que a humidade relativa máxima, ao ser, neste local, invariavelmente próxima de 100%, mesmo nos dias mais secos do ano, eleva o valor da humidade relativa média a valores não-representativos dos valores prevalentes durante as horas de trabalho. Desta forma, minimiza-se o peso da humidade máxima e a variável obtida aproxima-se mais dos valores da humidade relativa durante as horas de trabalho, que foram os valores usados para avaliar a relação entre a humidade da cabine de pintura e a capacidade produtiva obtida nos gráficos das Figuras 4.4 e 4.5.

Tabela 4.1: Número de dias de 2019 em que a variável definida é superior a 80%. Source: Instituto Português do Mar e da Atmosfera

	janeiro	fevereiro	março	novembro	dezembro
Nº de dias	10	1	7	18	14

Considera-se que a caldeira só irá funcionar entre os meses de Novembro a Março por serem os meses mais frios e húmidos. Determina-se que, em 2019, houve 50 dias, nos cinco meses considerados, em que a variável definida apresentou valores acima de 80% - Tabela 4.1.

Como determinado anteriormente, com 5 horas de trabalho suplementar diário em 50 dias do ano, a aquisição da caldeira de climatização permite uma diminuição de 250 horas de trabalho suplementar por ano por trabalhador.

Assim, conclui-se que o *payback time* do investimento é de 3,84 anos, ou seja, é este o período necessário para que o investimento se pague a si próprio. Após o *payback*, o investimento significa uma poupança de 3829,00€ por ano, quando comparado com a situação inicial.

A instalação de uma caldeira de climatização vai trazer ao processo produtivo duas principais vantagens que não podem ser quantificadas:

- Ao ser determinada com exatidão a capacidade produtiva do processo de pintura e ao eliminar a variabilidade do mesmo, é mais fácil planear a produção;
- Ao deixar de ter quedas acentuadas na produção, evita-se o *starving* das etapas a jusante, eliminam-se os atrasos por perda de produção e não se compromete o prazo das entregas.

Os resultados do estudo foram apresentados à direção da empresa e em janeiro de 2020, o equipamento foi adquirido e encontra-se em funcionamento.

4.3 Normalização do Trabalho da Secção do *Bodywork*

Para solucionar o problema apresentado no Capítulo 3 considerou-se fundamental criar um conjunto de instruções de trabalho para todas as referências de artigos que são produzidos. Com vista a alcançar esse objetivo, começou-se por elaborar um *template* básico, utilizável para todas as referências de artigos - Anexo **??**. A elaboração do *template* apoiou-se nos princípios da gestão visual. Procurou-se que a instrução seja transmitida da forma mais visual possível, com um uso predominate de imagens e o mínimo recurso a palavras. Em cada instrução são incluídas imagens de todas as espumas e acessórios necessários ao *bodywork* da peça, segundo uma ordem intuitiva.

O *template* apresenta uma configuração em forma de matriz, em que a primeira linha diz sempre respeito aos acessórios necessários ao processo e as restantes linhas a uma determinada parte da peça. Cada linha da matriz diz respeito a uma parte da peça e as várias linhas, respseitantes às várias peças, surgem segundo a ordem pela qual devem ser executadas. Esta configuração é igual para todas as instruções elaboradas pelo que, quando precisa de uma informação sobre o processo, o trabalhador sabe exatamente onde a procurar.

Uma vez concluído este *template*, a fase seguinte, que se desenrolou ao longo dos meses de setembro a dezembro, foi a da elaboração das várias instruções de trabalho. Uma vez que a nova instrução de trabalho, segundo o template produzido, requer a inserção de fotografias referentes a cada fase do processo de bodywork, optou-se por elaborar instruções de trabalho para os produtos/-referências que iam sendo produzidos. O desenvolvimento das instruções de trabalho acompanhou desta forma o fluxo das ordens de produção. No decorrer do trabalho de dissertação, foi possível desenvolver instruções de trabalho para 72 produtos/referências diferentes, o que cobre cerca de 65% do conjunto das referências fabricadas. Apresentam-se alguns exemplos no Anexo **??**. Embora não tenha sido possível fazer instruções de trabalho para todos os produtos/referências, precisamente por não terem sido fabricados no período da dissertação todos os produtos/referências do catálogo da empresa, o *template* construído deverá continuar a ser utilizado no futuro,

tendo para esse efeito sido disponibilizado a um colaborador responsável pela continuação do projeto, a quem também se transmitiram as regras básicas para o seu desenvolvimento.

Para avaliar o impacto na frequência de erros da ação de melhoria através da normalização do trabalho, nos moldes acima descritos, foram registadas todas as ocorrências de erros no *Bodywork* das peças.

Ao mesmo tempo que se registava a ocorrência, era também assinalada a existência ou inexistência, à data, de uma instrução de trabalho para o produto em causa, segundo o novo sistema implementado. Com isto, pretendia-se confirmar se se verificava uma evolução, no sentido de uma redução dos erros, no fabrico dos produtos para os quais fora criada uma instrução de trabalho. A análise, porém, foi prejudicada pelo facto de não existir, no momento em que se iniciou a ação de melhoria, um histórico dos erros ocorridos até à data, que servisse de termo de comparação da incidência de erros ocorridos antes e depois da criação da instrução de trabalho segundo o novo sistema. Para além disto, por as situações em que ocorrem erros na fase de *bodywork* serem pouco frequentes (o que tem a ver com o modelo HMLV da empresa, descrito no Capítulo 3) e por tais situações serem mais prováveis quanto menor é a frequência com que um produto é fabricado, não é foi possível juntar dados suficientes para construir um gráfico que comprovasse o impacto da medida. No entanto, verificou-se que, para os produtos para os quais foi criada uma instrução de trabalho segundo o novo sistema, e após a criação da mesma, não ocorreu nenhuma situação de erro, o que pode tomar-se como indicador provável do impacto positivo da medida.

4.4 Aplicação da Metodologia 5S na Secção do *Bodywork*

Para a solução dos problemas de falta organização na secção do *Bodywork* determinou-se que era necessária a implementação da metodologia 5S. Espera-se que, com esta ação de melhoria, se observe um aumento na produtividade da secção. Para avaliar o impacto das melhorias, será utilizado um *Key Performance Indicator* (KPI) referente à produtividade.

O primeiro passo na implementação do 5S foi a formação dos trabalhadores, que se fez através de uma formação que durou cerca de uma hora e que serviu para sensibilizar para a importância de boas práticas de organização do posto de trabalho e dos esforços de melhoria contínua. Desta forma, abriu-se um precedente para um maior interesse e envolvimento dos trabalhadores durante todo o processo.

Após a formação, procedeu-se à implementação da metodologia que se desenrolou ao longo de cinco semanas entre os meses de novembro e dezembro. Para as três primeiras fases da implementação da metodologia 5S fizeram-se reuniões semanais em que se combinava quais os objetivos a atingir para cada semana. Em cada reunião foi dado espaço para cada um dar a sua opinião e sugestões de melhoria, de forma a maximizar o envolvimento dos trabalhadores.

4.5 Otimização do Processo de Carga

No capítulo 3, identificaram-se dois problemas que tornavam o processo de carga ineficiente, nomeadamente a falta de espaço e o desperdício de tempo em atividades NVA. Nesta secção, apresenta-se um conjunto de soluções para mitigar os dois problemas encontrados.

4.5.1 Aproveitamento do Espaço

Verificou-se que as instalações possuem uma área destinada ao armazenamento de produtos a aguardar expedição que é insuficiente para o volume de produção, com apenas 105 m^2. Para ultrapassar as limitações de espaço, optou-se por recolocar toda a produção destinada a *stock* e *showroom* para o segundo andar da fábrica, num espaço que se encontrava sem utilização. Desta forma, liberta-se o espaço para armazenar os produtos embalados de maior rotação, isto é, aqueles que foram produzidos por encomenda para cliente. Quando haja espaço sobrante no camião, os artigos de *stock* e *showroom* são facilmente transportados para o piso térreo através de um elevador monta cargas que existe no local.

4.5.2 Diminuição do Tempo Desperdiçado

De seguida, propõem-se duas soluções que, em conjunto vão diminuir o tempo desperdiçado em atividades NVA durante o processo de carga.

Sistema de cores

Na situação atual, na secção do embalamento, é afixada semanalmente uma lista com os números das ordens de produção que têm de ser obrigatoriamente enviadas numa determinada semana.Os números das ordens de produção que têm de ser enviados na semana seguinte encontram-se assinalados a verde. Todos os restantes números, ie das ordem de produção que têm de ser enviadas nas semanas seguintes, encontram-se a branco. Por outro lado, o sitema de etiquetagem das embalagens dos artigos a serem expedidos não tem articulação com a prioridade de envio, sendo todas iguais, de cor branca.

Para agilizar o processo de carga, propõe-se um sistema baseado numa diferenciação quer dos números das ordens de produção incluídos na lista afixada semanalmente, quer das etiquetas das embalagens, através da sinalização por cores e de forma a permitir a localização separada das embalagens de acordo com a proximidade do prazo de entrega e do carregamento. Serão utilizadas três cores (por exemplo o cinzento, o azul e o verde). Cada cor corresponderá a uma semana das três semanas seguintes. Na semana 1, é afixada uma lista com as ordens de produção para as semanas 1, 2 e 3. Os números das ordens de produção a expedir na semana 1 estão assinalados a verde; os números das ordens de produção a expedir na semana 2 estão assinalados a azul; e os números das ordens de produção a expedir na semana 3 estão assinalados a cinzento. À medida que os artigos ficam prontos e são embalados, a equipa do embalamento, ao imprimir os autocolantes com a ordem de produção para as caixas que contêm o número da ordem de produção, consulta

a lista impressa e acrescenta um autocolante com a cor correspondente à semana de expedição. É então aposto na etiqueta da embalagem respectiva, um autocolante da cor da semana que lhe corresponde na lista. Na semana 2, é afixada nova lista de ordens de produção. Nesta lista, os números das ordens de produção a expedir na semana 2, continuam a estar assinalados com a cor azul; os números das ordens de produção a ser expedidas na semana 3, continuam a estar assinalados a cinzento; e as ordens de produção a ser expedidas na semana 4 estarão assinaladas com a cor verde. Quando chegar o momento de embalar os artigos a serem expedidos na semana 4, as etiquetas serão assinaladas com um autocolante verde. Estas embalagens não poderão ser confundidas com as embalagens a serem expedidas na semana 1, porque estas já foram exportadas para fora das instalações da fábrica.

Isto representará uma forma visual, intuitiva e rápida de encontrar, no espaço de pré carregamento, as caixas que devem ser carregadas, ao contrário do que acontece no presente sistema.

Marcação do chão

Em simultâneo, sugere-se a marcação no chão de uma área designada para os produtos de maior prioridade, ou seja, nesta área serão colocadas as embalagens cujas etiquetas se encontram assinaladas com o autocolante da semana do carregamento mais próximo. Esta área seria de $75m^2$, que é, aproximadamente, o equivalente ao volume para encher 1,5 camiões. A área estabelecida estaria localizada o mais próximo possível do cais de carga, como se pode ver na Figura 4.6.

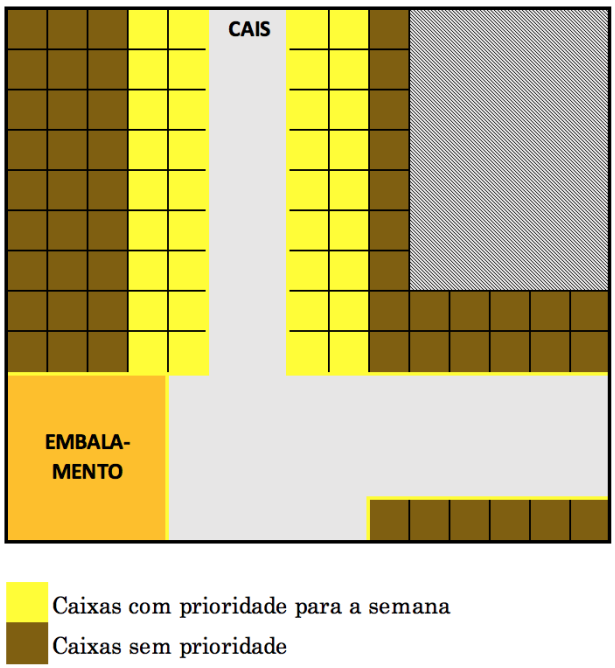


Figura 4.6: Esquema da demarcação de áreas na zona de pré-carga.

Depois de todos os produtos de uma semana terem sido enviados, são deslocados para esta área os produtos a ser enviados na semana seguinte antes de proceder ao embalamento de novos produtos.

As maiores movimentações dos produtos passam a poder ser feitas fora processo de carga e os produtos a carregar estariam o mais próximo possível do cais de carga, diminuindo o tempo total do processo e eliminando a necessidade de incorrer em horas extra.

Em conjunto, as duas ações propostas diminuiriam os tempos desperdiçados em atividades NVA e eliminariam a necessidade de incorrer em horas extra.

Por motivos internos à empresa, não se avançou com a implementação desta solução.

Capítulo 5

Resultados

O presente capítulo apresenta os resultados das melhorias implementadas com o objetivo de eliminar os problemas identificados no Capítulo 3.

5.1 Organização dos Moldes da Carpintaria

Para a organização dos moldes da carpintaria, criou-se um novo livro e os moldes foram distribuídos pelos dois livros segundo a família de produto, como se pode ver na Figura 5.1. Assim, o trabalhador sabe logo à partida em qual dos livros procurar o molde.



(a) Livro 1.

(b) Livro 2.

Figura 5.1: Divisão dos moldes por dois livros.

Como se pode verificar na Figura 5.1 (b), a lista para localização dos moldes foi totalmente refeita. Com a reorganização dos moldes, quando comparado com a situação incial - Figura 3.4 - deixa de haver moldes sobrepostos e torna-se muito mais fácil e rápido para o trabalhador localizar e retirar o molde necessário.

5.2 Redimensionamento do Inventário Intermédio

Nesta secção, é feita uma análise do impacto do redimensionamento do inventário intermédio nos níveis de inventário e na progressão do *Lead Time* de entrega ao cliente.

5.2.1 Níveis de Inventário

Uma vez implementados os novos valores para o *stock* de cascos de madeira, fez-se uma análise comparativa da situação inicial e da situação corrente em termos das referências em *stock*, o número total de unidades de *stock*, a área da fábrica designada para guardar inventário e o custo de *stock keeping*. Para a determinação dos custos de *stock keeping*, fatoriza-se o preço das peças e os custos de área, e consideram-se os restantes custos como irrelevantes à análise.

Observando os resultados apresentados na Tabela 5.1, verifica-se que se atingiu com sucesso o objetivo de redução dos níveis de inventário e dos custos de *stock keeping*.

Tabela 5.1: Comparação entre a situação anterior e a situação atual dos níveis de inventário.

	Situação anterior	Situação atual	Variação
Referências	65	60	-5
Unidades	202	140	-62
Área	135,2 m^2	127,7 m^2	-9%
Valor	11.020€	8.843€	-20%

Os valores apresentados são com base nos valores de *stock* mínimos, uma vez que são os mais próximos dos níveis verificados durante o período do decorrer da dissertação.

5.2.2 Evolução do Lead Time

Como dito anteriormente, o objectivo último de manter algum inventário é conseguir uma diminuição no *Lead Time*, principalmente nas ordens de fabrico para cliente.

Como se verificou um grande aumento do volume de encomendas nos meses últimos meses do ano, o que coincide com a implementação das alterações, não houve capacidade para produzir para inventário. Os níveis de *stock* estiveram sempre abaixo no nível mínimo estabelecido o que impossibilitou avaliar o impacto das alterações feitas na suavização e melhor resposta da produção a picos de procura.

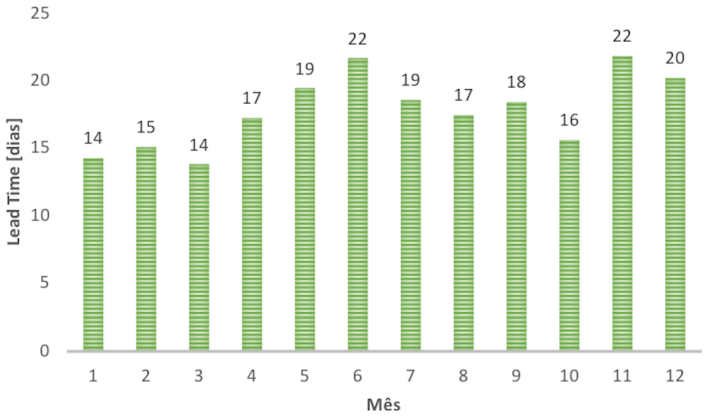


Figura 5.2: Evolução do *Lead Time*, em dias, para ordens de cliente ao longo de 2019.

Observando o gráfico da figura 5.2 conclui-se que ocorreu o contrário, o *Lead Time* sofre um aumento nos meses de novembro e dezembro. Isto é resultado de um conjunto de fatores de entre os quais dois se destacam e têm maior peso:

- Observou-se um pico de procura nos meses de Outubro e Novembro, o volume das ordens de produção excedeu os valores considerados normais, resultando num aumento no *Lead Time* médio.
- A perda de produtividade no setor da Pintura e Polimento, discutida no Capítulo 4, atrasou a produção e comprometeu as datas de entrega.

5.3 Implementação da Metodologia 5S na Secção do *Bodywork*

De seguida, são apresentados os resultados da implementação da metodologia 5S na secção do *Bodywork*, que teve o objetivo de melhorar a organização do espaço e reduzir os desperdícios do processo produtivo. Para mostrar os resultados obtidos, recorre-se a imagens que ilustrem a progressão da situação inicial para a situação atual, pós-implementação.

5.3.1 Postos de Trabalho

Seguindo as fases da metodologia 5S, nos armários dos quatro postos de trabalho, removeram-se todos os itens que não eram utilizados, identificaram-se todas as ferramentas e outros itens essenciais ao trabalho e foi designado um local para cada item. Na Figura 5.3 apresenta-se o antes e depois de um dos armários após a implementação da metodologia. No Anexo **??** apresenta-se mais um exemplo dos resultados obtidos.



(a) Antes



(b) Depois

Figura 5.3: Aplicação da metodologia 5S aos armários.

Para cada mesa de trabalho, criou-se um apoio - Figura 5.4 - para a pistola da cola. Esta foi identificada como a ferramenta mais utilizada neste posto de trabalho. A criação deste apoio, elimina as deslocações feitas entre a mesa de trabalho e o armário para pousar a pistola da cola entre utilizações, diminuindo, por consequência, os desperdícios de tempo.



Figura 5.4: Apoio para a pistola da cola aparafusado à mesa de cada um dos postos de trabalho.

5.3.2 Moldes

Os moldes, utilizados para o corte de espumas na secção do *Bodywork*, foram reorganizados e numerados. Neste processo, foram eliminados vários moldes que se tinham tornado obsoletos com a descontinuação da produção de algumas referências de produtos. Ao numerar os moldes e elaborar uma lista com a posição de cada molde, procurar um molde, que demorava em média 5 minutos, passa a demorar apenas 130 segundos. Em média, cada trabalhador usa 3 moldes por dia, ao fim de um mês cada trabalhador ganha **4,7 horas**.

5.3.3 Ferramentas partilhadas

Para as ferramentas partilhadas, que anteriormente não tinham um local fixo, criou-se um módulo para as guardar - Figura 5.5 -, junto com outras ferramentas que não tinham um local designado.



(a) Antes (b) Depois

Figura 5.5: Organização das ferramentas partilhadas.

Desta forma, foi possível eliminar os desperdícios de tempo à procura destas ferramentas nos diferentes postos de trabalho e guardá-las com maior segurança.

5.3.4 Controlo dos *Stocks* de Consumíveis

Para controlar o excesso de *stock* de materiais consumíveis observado inicialmente, designou-se um local para os guardar e fixaram-se as quantidades a manter de acordo com as necessidades semanais de cada item como se pode ver na figura 5.6. Desta forma, limita-se o reabastecimento a uma única atividade semanal, em vez de se perder tempo cada vez que acaba um dos itens. Esta medida também ajuda a fazer melhor gestão dos *stocks* e das compras, pois anteriormente não havia qualquer controlo sobre as unidades que estavam nos postos de trabalho.



Figura 5.6: Espaço criado para o *stock* de alguns consumíveis.

5.3.5 Impacto das Melhorias Implementadas

A produtividade é um indicador de *performance* que é definido como o quociente entre as horas de trabalho efetivas e as horas de trabalho esperadas para as ordens de produção scaneadas por um trabalhador em cada mês, ou seja, indica a rapidez com que o trabalho é realizado relativamente a um valor de referência. Ao eliminar desperdícios, é expetável ver um aumento nos valores da produtividade.

A progressão deste indicador da produtividade ao longo do decorrer dos trabalhos de melhoria contínua na secção do *Bodywork* pode ser observada na Tabela 5.2. Os valores apresentados são uma média das produtividades dos cinco membros que constituem a equipa.

Tabela 5.2: Evolução da produtividade média na secção do *Bodywork*.

	setembro	outubro	novembro
Produtividade	77.08 %	81.57%	83.3%

As ações de melhoria desenrolaram-se entre setembro e dezembro pelo que os dados apresentados apontam para um impacto positivo na redução dos tempos com um aumento de 6,22% pontos percentuais da produtividade entre os meses de setembro e novembro. Embora a implementação da metodologia 5S só tenha sido concluída em dezembro, nesse mês houve uma modificação na constituição da equipa. Como tal, o valor obtido para o mês de dezembro deixa de ser válido e por isso não é apresentado.

Capítulo 6

Conclusão

A presente dissertação teve como principal objetivo a implementação de ferramentas *Lean* dirigida à redução de desperdícios e à agilização do processo produtivo e da sua gestão.

No decorrer do período da dissertação, foi possível identificar vários pontos a melhorar no processo produtivo, para os quais foram desenvolvidas soluções de acordo com a metodologia adotada. Essas soluções foram apresentadas à direção da empresa e, em alguns casos, implementadas.

Para os problemas de défice de organização encontrados nas várias secções, foram implementadas com sucesso medidas de organização e gestão do espaço. Foi o que se verificou, nomeadamente, com organização dos moldes da Carpintaria e com a implementação da metodologia 5S em toda a secção do *Bodywork*.

Com base nos princípios da gestão visual, foram criadas 72 instruções de trabalho para a secção do *Bodywork* com o objetivo de mitigar a variabilidade do processo e eliminar a ocorrência de erros.

Quanto ao problema do sobredimensionamento do inventário intermédio situado entre a Carpintaria e a unidade de Pintura e Polimento, conseguiu-se com sucesso diminuir o custo de *stock keeping* de cascos de madeira em 20%.

Quando, a dado momento do periodo da dissertação, a unidade de Pintura e Polimento se tornou o bottleneck do processo, devido a uma queda acentuada na produtividade, foi possível identifiar a causa raiz deste fenómeno, avaliar o seu impacto na produção e estimar o retorno económico de um investimento de maior proporção, estudo que apoiou a decisão de adquirir o equipamento.

Alguns objetivos esperados não puderam ser atingidos no decorrer da dissertação. O objetivo de diminuir o *Lead Time* não pôde ser verificado neste período, devido à limitação de tempo, uma vez que não foi possível produzir para inventário de acordo com os novos valores estabelecidos. Pelas mesmas limitações e devido ao modelo de negócio HMLV da empresa, também não foi possível avaliar o impacto da ação desenvolvida dirigida à normalização do trabalho na secção do *Bodywork*. Mais concretamente, o que se observou quanto a este aspeto foi que a frequência

com que se produz um determinado modelo é demasiado baixa para poder observar tendências em períodos de tempo curtos.

Ao longo do desenvolvimento desta dissertação tornou-se evidente que por se tratar de um processo produtivo quase inteiramente manual e sem qualquer automatização, algumas ferramentas *Lean*, nomeadamente a normalização do trabalho, a gestão visual e o 5S, têm uma importância acrescida e são cruciais à gestão da produção, pois, num processo tão manual e por isso tão dependente do fator humano, tudo o que possa limitar a variabilidade e agilizar um processo atenua a dimensão deste fator.

O presente documento vem assim confirmar a ampla aplicabilidade e a utilidade das ferramentas *Lean*, as quais se podem empregar com sucesso mesmo em modelos de negócio HMLV, para a redução e eliminição de desperdícios do processo produtivo.

6.1 Sugestões para Trabalhos Futuros

A Soft Crafts opera de forma eficaz e segue uma filosofia *Lean* para a gestão da sua produção. Contudo, existe sempre margem para melhoria, como se comprova nesta dissertação.

Futuramente, seria importante controlar de perto a evolução do *Lead Time* de entrega ao cliente para perceber se o redimensionamento do *stock* intermédio surte o efeito desejado e, se tal efeito não se evrificar, efetuar os ajustes necessários utilizando a ferramenta criada.

Quanto às instruções de trabalho, sugere-se que se criem instruções usando o *template* criado para os produtos em falta e se continuem a registar as ocorrências de erros numa base sistemática, a fim de avaliar o impacto que esta medida tem na eliminação dos mesmos.

A corrente estratégia de expansão da empresa certamente abrirá caminho à fábrica da Soft Crafts para a automatização e para a implementação de novas medidas *Lean*. Com estes avanços, será possível atingir um processo inteiramente *Just In Time*, aumentar a capacidade produtiva da fábrica e eliminar a necessidade de manter *stock*.

Bibliografia

Brunet, A. and New, S. (2003). Kaizen in japan: An empirical study. *International Journal of Operations Production Management*, 23:1426–1446.

Burton, G. and Wall, S. (1998). *Quantitative Methods for Business and Economics*. Financial Times Prentice Hall.

Cuatrecasas-Arbos, L., Fortuny-Santos, J., and Vintro-Sanchez, C. (2011). The operations-time chart: A graphical tool to evaluate the performance of production systems – from batch-and-queue to lean manufacturing. *Computers Industrial Engineering*, 61(3):663 – 675.

Imai, M. (2007). Gemba kaizen. a commonsense, low-cost approach to management.

Kehr, T. and Proctor, M. (2016). People pillars: Re-structuring the toyota production system (tps) house based on inadequacies revealed during the automotive recall crisis: Re-structuring the tps house based on the automotive recall crisis. *Quality and Reliability Engineering International*, 33.

Kiran, D. (2017). Chapter 22 - kaizen and continuous improvement. In Kiran, D., editor, *Total Quality Management*, pages 313 – 332. Butterworth-Heinemann.

Liker, J. (2005). *The Toyota Way Fieldbook*.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.

Maarof, M. G. and Mahmud, F. (2016). A review of contributing factors and challenges in implementing kaizen in small and medium enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35:522 – 531. 7th International Economics Business Management Conference (IEBMC 2015).

Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6):662 – 673. 7th World Congress of Chemical Engineering.

Michalska, J. and Szewieczek, D. (2007). The 5s methodology as a tool for improving the organisation. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 24.

Moser, L. and Santos, R. d. (2003). Exploring the role of visual controls on mobile cell manufacturing: A case study on drywall technology. *In Proceedings of the 11th IGLC Conference, Blacksburg, Virginia*.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Taylor & Francis.

Smith, J. (2007). *Handbook of Management Accounting (4th edition)*.

Tezel, A., Koskela, L., and Tzortzopoulos, P. (2009). The functions of visual management.

Womack, J. and Jones, D. (1996). *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, volume 48.

Womack, J., Jones, D., and Ross, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. Rawson Associates.

Anexo A

Mapeamento do Inventário

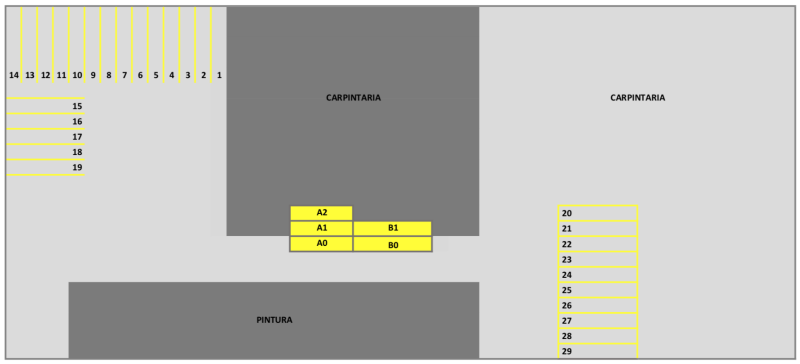


Figura A.1: *Mapa do inventário.*

Item Code	Location
COM-FR-ALEX-SOF-25	16
COM-FR-ALEX-SOF-30	18
COM-FR-BISH-CHA	10
COM-FR-BLAK-ARM	10
COM-FR-BYRO-CAR	28
COM-FR-BYRO-DIN	21
COM-FR-CAML-OTT-01	B1
COM-FR-CAML-OTT-02	B1
COM-FR-CHAG-CHA-03	5
COM-FR-CHAR-DIN	1
COM-FR-CHOP-HDB-12	14
COM-FR-CHOP-HDB-13	14
COM-FR-CHRI-CHA-02	9
COM-FR-CHRL-CHA	7
COM-FR-COCO-CHA-02	13
COM-FR-ELLI-CAR	28
COM-FR-ELLI-DIN	20
COM-FR-FRAN-DIN	24
COM-FR-GIBB-CHA-01	8
COM-FR-GIOV-CHA	7
COM-FR-GUIN-DIN	22
COM-FR-HOCK-SOF-25	17
COM-FR-HOCK-SOF-30	19
COM-FR-HOGA-SOF-30	17
COM-FR-HUGO-BAR-01	3
COM-FR-HUGO-BAR-02	3
COM-FR-HUGO-DIN	23
COM-FR-JULI-DIN	25
COM-FR-KENZ-CHA	8
COM-FR-LISB-CHA	4

(a) Antes

COM-FR-LLOY-CHA	9
COM-FR-LOND-BED-K	29
COM-FR-LOND-BED-SK	29
COM-FR-MAZZ-BED-SK	29
COM-FR-MONR-ARM	5
COM-FR-NEVA-CHA	13
COM-FR-ONO-OTT-01	A1
COM-FR-ONO-OTT-02	A0
COM-FR-OSCA-CHA-01	6
COM-FR-PARI-BAR-02	2
COM-FR-PARI-BAR-03	2
COM-FR-PARI-CAR	27
COM-FR-PARI-DIN	26
COM-FR-PISA-OTT-01	A1
COM-FR-PISA-OTT-02	A1
COM-FR-PORT-CHA-01	4
COM-FR-PORT-OTT-01	B1
COM-FR-ROCH-SOF-30	17
COM-FR-SIEN-CHA	4
COM-FR-SLOA-BEN-03	B0
COM-FR-SLOA-BEN-04	B0
COM-FR-SLOA-CHA	11
COM-FR-SOHO-BST-02	12
COM-FR-SPEN-SOF-25	15
COM-FR-SPEN-SOF-30	15
COM-FR-STAN-CHA-01	11
COM-FR-TREN-CUB-01	A2
COM-FR-VALE-CHA-01	12
COM-FR-VALE-STL-01	A2
COM-FR-VINC-OTT-01	A0
COM-FR-YOKO-CUB-02	A0

(b) Depois

Figura A.2: Lista para consulta da localização do inventário de uma referência.

Anexo B

Template para instruções de trabalho

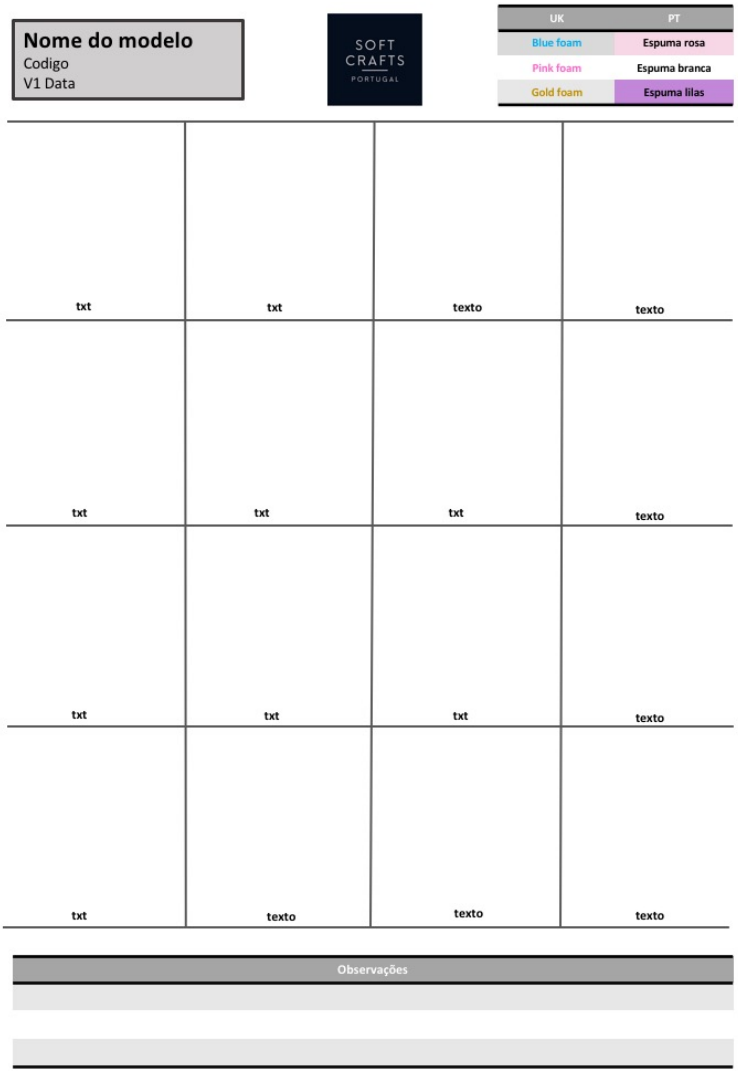


Figura B.1: *Template*

Anexo C

Exemplo de uma Instrução de Trabalho



Figura C.1: *Instrução de trabalho para o sofá Mouna.*

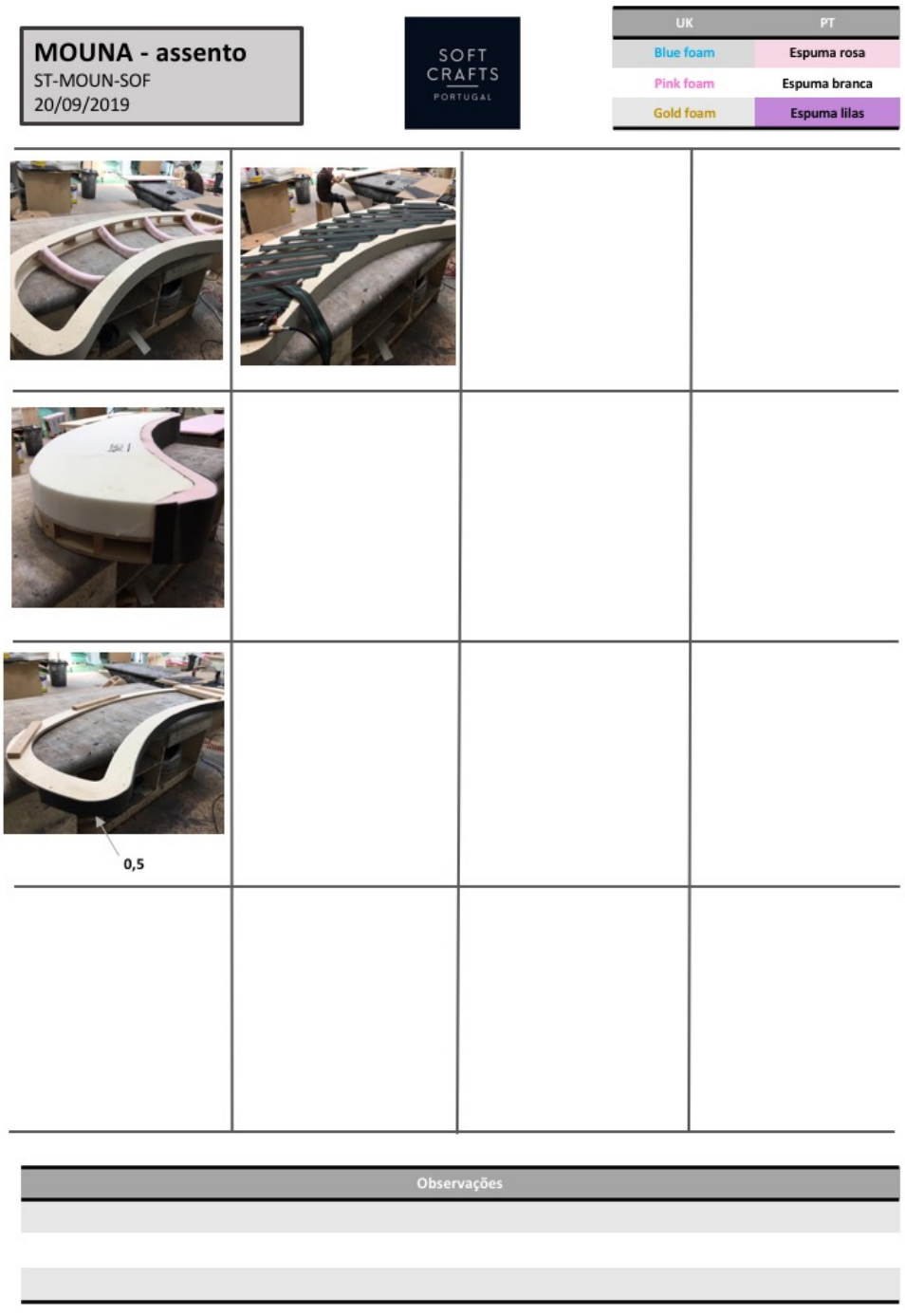


Figura C.2: *Instrução de trabalho para o sofá Mouna.*



Figura C.3: *Instrução de trabalho para a cadeira Swift.*

Anexo D

5S: Antes e Depois



(a) Antes



(b) Depois

Figura D.1: Aplicação da metodologia 5S aos armários.