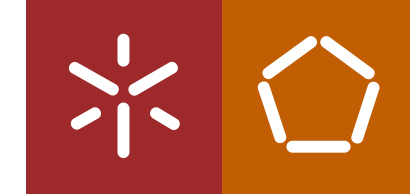




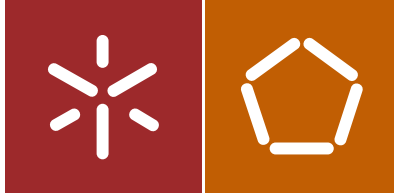
Ana Isabel Ferreira Seabra Coutinho

Aplicação de princípios e ferramentas Lean  
Production à secção Frames&Coldpress de  
uma empresa de mobiliário

Universidade do Minho  
Escola de Engenharia







Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Ana Isabel Ferreira Seabra Coutinho

Aplicação de princípios e ferramentas Lean  
Production à secção Frames&Coldpress de  
uma empresa de mobiliário

Tese de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor José Francisco Pereira Moreira

## DECLARAÇÃO

Nome: Ana Isabel Ferreira Seabra Coutinho

Endereço eletrónico: anafscoutinho@gmail.com Telefone: 914670431

Número do Bilhete de Identidade: 14088966 3 ZX3

Título da dissertação: Aplicação de princípios e ferramentas Lean Production à secção Frames&Coldpress de uma empresa de mobiliário

Orientador(es): Professor Doutor José Francisco Pereira Moreira

Ano de conclusão: 2016

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para

prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura:

*Ao meu irmão.*



## AGRADECIMENTOS

A realização deste projeto marca o fim de uma etapa. Este resultado não seria possível de alcançar sem o apoio e motivação de todas as pessoas que comigo realizaram este percurso. Assim sendo, deixo aqui o meu reconhecimento e agradecimento a todas as pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram estiveram ao meu lado.

Contudo não posso de deixar de agradecer a algumas pessoas em especial.

À minha mãe por todo o contributo no meu desenvolvimento pessoal e profissional e por todo o esforço que fez para que fosse possível percorrer todo este caminho. É graças a ela que iniciei este trajeto e graças à sua orientação e apoio que o termino.

Aos meus padrinhos pela prontidão em me auxiliarem nos momentos mais complicados não só ao longo do meu percurso académico como também ao longo de toda a vida.

Ao Eng.º Mário Ferreira, meu orientador na IKEA *Industry* Portugal, e aos restantes colegas da equipa de Processos pela disponibilidade com que me receberam e pela orientação e partilha de conhecimentos.

Ao Professor Doutor Francisco Moreira pela disponibilidade e auxílios demonstrados durante a realização do projeto.

A todos, o meu sincero OBRIGADO.



## RESUMO

A presente dissertação insere-se no âmbito do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade do Minho, e descreve a realização de um projeto que teve como objetivo principal a aplicação da filosofia *Lean* numa secção de uma empresa de mobiliário – a IKEA *Industry* Portugal.

Considerando o panorama atual, em as empresas necessitam de melhorar continuamente os seus modelos de negócio de forma a fazerem face à competitividade dos mercados. A IKEA *Industry* procura de igual forma adotar estratégias que lhe permitam reduzir custos e tempos despendidos com atividades que não acrescentam valor ao produto.

Neste contexto, desenvolveu-se o projeto descrito ao longo desta dissertação, com base numa metodologia de investigação-ação, cujo objetivo passa pela melhoria do desempenho da área *Frames&Coldpress* com recurso a técnicas e ferramentas segundo o modelo *Lean Production*.

Feita a descrição da empresa e do seu sistema produtivo, procedeu-se à análise do estado atual da área em causa. Desta análise surgiu a identificação de alguns problemas como baixa eficiência, elevados tempos de paragem, elevados tempos em operações de ajuste, falta de polivalência e, principalmente, a falta de um método de trabalho uniformizado.

Depois de identificados os problemas foram elaboradas e apresentadas propostas de melhoria, recorrendo-se a algumas ferramentas como 5S's, gestão visual e *standard work* de forma a alcançar o principal objetivo deste projeto – a normalização.

A maioria das propostas apresentadas foi implementada, resultando numa diminuição de 10% no tempo de paragem da linha de montagem automática de *frames* e redução dos custos associados a operações que não acrescentam valor ao produto com o método de limpeza do posto de prensagem e com os ajustes das máquinas expansoras em 67% e 82%, respetivamente. Existe ainda um conjunto de melhorias apresentadas que foram aceites pela empresa e que quando implementadas deverão proporcionar uma nova diminuição dos custos com atividades sem valor acrescentado.

## PALAVRAS-CHAVE

*Lean Production*; Normalização de processos; Indústria de mobiliário



## **ABSTRACT**

The present dissertation is inserted in the 5th grade of the Master Integrated Degree in Industrial Engineering and Management, at Minho University, and describes a project which the main goal was to apply the Lean philosophy in a furniture company's section, at IKEA Industry Portugal.

Given the current situation, in which companies need to continuously improve their business models to answer the market competitiveness, IKEA Industry also seeks for strategies that allow cost reduction and to decrease time spent in activities with no added value.

As so, it was developed a project, which is described during this paper, supported in an action-research methodology, to achieve a performance improvement of the Frames&Coldpress area through the application of Lean Production tools and techniques.

After describing the company and its production system, it was performed an analysis to the area's current state. Through this analysis, there were identified problems such as low efficiency, high downtimes, high setup times, lack of workers' versatility and mostly the lack of a standardized way of work.

Following the problems' identification there were developed and presented improvement proposals using Lean tools, such as 5S's, visual management and standard work, in order to accomplish the main goal of this project - standardization.

The majority of the proposals were implemented and resulted in a decrease of 10% of the frames' automatic assembly line downtime and in a cost reduction associated with non-value activities of 67% and 82% with the pressing workstation's cleaning method and with the expander's adjustments, respectively. There is still a group of proposals that was accepted by the company which when implemented can conduce to a new reduction of the costs of non-value activities.

## **KEYWORDS**

Lean Production; Standard Work; Furniture Industry



## ÍNDICE

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| Agradecimentos.....                                         | v   |
| Resumo.....                                                 | vii |
| Abstract .....                                              | ix  |
| Índice.....                                                 | xi  |
| Índice de Figuras .....                                     | xv  |
| Índice de Tabelas.....                                      | xix |
| Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....             | xxi |
| 1. Introdução .....                                         | 1   |
| 1.1 Enquadramento .....                                     | 1   |
| 1.2 Objetivos.....                                          | 3   |
| 1.3 Metodologia de Investigação.....                        | 3   |
| 1.4 Estrutura da dissertação .....                          | 4   |
| 2. Revisão crítica da literatura .....                      | 7   |
| 2.1 Lean Production.....                                    | 7   |
| 2.2 Origem de Lean Production.....                          | 7   |
| 2.3 Princípios do Lean Production .....                     | 9   |
| 2.4 Tipos de desperdício .....                              | 10  |
| 2.5 Metodologias e Ferramentas <i>Lean Production</i> ..... | 12  |
| 2.5.1 <i>Value Stream Mapping</i> .....                     | 12  |
| 2.5.2 Metodologia 5S .....                                  | 14  |
| 2.5.3 Gestão Visual .....                                   | 16  |
| 2.5.4 Diagrama Causa-Efeito .....                           | 16  |
| 2.5.5 <i>Poka-Yoke</i> .....                                | 17  |
| 2.5.6 <i>Single Minute Exchange of Die</i> .....            | 18  |
| 2.5.7 <i>Standard Work</i> .....                            | 19  |
| 2.5.8 Sistema <i>Kanban</i> .....                           | 23  |

|         |                                                                                   |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.6     | Benefícios e Obstáculos à Implementação da filosofia <i>Lean Production</i> ..... | 24 |
| 3.      | Apresentação e caracterização da empresa .....                                    | 27 |
| 3.1     | Identificação da Empresa.....                                                     | 27 |
| 3.2     | IKEA <i>Industry</i> e Grupo IKEA.....                                            | 28 |
| 3.2.1   | Visão e valores IKEA.....                                                         | 28 |
| 3.2.2   | Cadeia de valor da organização.....                                               | 29 |
| 3.2.3   | <i>Lean&amp;Quality</i> .....                                                     | 30 |
| 3.2.4   | Indicadores de desempenho .....                                                   | 31 |
| 3.3     | Fluxos do sector BOF .....                                                        | 32 |
| 3.3.1   | Gama de produtos <i>Laquer&amp;Print</i> .....                                    | 33 |
| 3.3.2   | Fluxo de materiais e <i>layout</i> da <i>Laquer&amp;Print</i> .....               | 34 |
| 3.3.3   | <i>Cutting</i> .....                                                              | 36 |
| 3.3.4   | <i>Frames&amp;Coldpress</i> .....                                                 | 36 |
| 3.3.5   | <i>Edgeband&amp;Drill</i> .....                                                   | 37 |
| 3.3.6   | <i>Laquering</i> .....                                                            | 37 |
| 3.3.7   | <i>Packing</i> .....                                                              | 38 |
| 3.3.8   | <i>Warehouse</i> .....                                                            | 38 |
| 4.      | Descrição e análise do estado atual do sistema.....                               | 39 |
| 4.1     | Descrição geral da área <i>Frames&amp;Coldpress</i> .....                         | 39 |
| 4.1.1   | Mão-de-obra .....                                                                 | 41 |
| 4.1.2   | Descrição do sistema produtivo .....                                              | 41 |
| 4.1.2.1 | Corte .....                                                                       | 43 |
| 4.1.2.2 | Montagem Frame .....                                                              | 45 |
| 4.1.2.3 | Montagem BOF .....                                                                | 49 |
| 4.1.3   | Controlos periódicos ao processo.....                                             | 55 |
| 4.2     | Análise do estado atual e identificação de problemas .....                        | 57 |

|        |                                                                           |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1  | Análise ABC de produtos.....                                              | 57 |
| 4.2.2  | VSM do estado atual para o produto <i>Micke Desk</i> 105x50 .....         | 59 |
| 4.2.3  | Falta de normalização do processo produtivo .....                         | 60 |
| 4.2.4  | Falta de polivalência dos Operadores.....                                 | 61 |
| 4.2.5  | Falta de organização e Limpeza da área.....                               | 62 |
| 4.2.6  | Paragens da linha de Montagem Automática de <i>frames</i> .....           | 63 |
| 4.2.7  | Manutenção dos pratos de prensagem.....                                   | 65 |
| 4.2.8  | <i>Honeycomb</i> acumulado no <i>buffer</i> .....                         | 66 |
| 4.2.9  | <i>Setup</i> de <i>Honeycomb</i> das expansoras .....                     | 66 |
| 4.2.10 | Falha no abastecimento de <i>Honeycomb</i> .....                          | 68 |
| 4.2.11 | Abastecimento de <i>Frames</i> no posto Montagem Favo .....               | 69 |
| 4.2.12 | Necessidade de Identificação de material cortado .....                    | 70 |
| 4.2.13 | Etiquetas de identificação de paletes.....                                | 71 |
| 4.2.14 | Falta de controlo das medidas de desempenho na secção de Corte .....      | 72 |
| 4.2.15 | Descarga de paletes da Montagem BOF .....                                 | 73 |
| 4.3    | Resumo dos problemas identificados .....                                  | 75 |
| 5.     | Propostas de Melhoria .....                                               | 77 |
| 5.1    | Organização e Limpeza dos Postos de Trabalho .....                        | 79 |
| 5.2    | Limpeza dos pratos de prensagem.....                                      | 83 |
| 5.3    | Sistema de identificação de ripas, cubos e paletes de <i>frames</i> ..... | 85 |
| 5.4    | Base de dados relativos ao Corte .....                                    | 88 |
| 5.5    | Abastecimento do posto Montagem Favo .....                                | 93 |
| 5.6    | Sistema de sinalização luminosa .....                                     | 94 |
| 5.7    | Proposta de um sistema de ajustes das expansoras semiautomático .....     | 95 |
| 5.8    | Sistema de descarga no posto de Montagem BOF .....                        | 97 |
| 5.9    | Normalização do processo produtivo .....                                  | 99 |

|       |                                                                                      |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.9.1 | <i>Standard Operation Sheet</i> .....                                                | 100 |
| 5.9.2 | <i>Work Element Sheet</i> .....                                                      | 101 |
| 5.9.3 | Folhas de Parâmetros .....                                                           | 102 |
| 5.9.4 | <i>One Point Lesson</i> .....                                                        | 103 |
| 5.9.5 | Formação Teórica e Prática.....                                                      | 104 |
| 5.10  | Estabilização da linha de montagem automática de <i>frames</i> .....                 | 105 |
| 6.    | Discussão de Resultados.....                                                         | 107 |
| 6.1   | Uniformização do método de trabalho .....                                            | 108 |
| 6.2   | Redução dos tempos de paragem da linha automática de montagem de <i>frames</i> ..... | 108 |
| 6.3   | Redução do valor de sucata .....                                                     | 110 |
| 6.4   | Redução de tempos sem valor acrescentado.....                                        | 111 |
| 7.    | Conclusão.....                                                                       | 113 |
| 7.1   | Conclusões Finais .....                                                              | 113 |
| 7.2   | Trabalho Futuro .....                                                                | 114 |
|       | Referências Bibliográficas .....                                                     | 117 |
|       | Anexo I – Produtos Produzidos na fábrica Laquer&Print.....                           | 121 |
|       | Anexo II – VSM para o produto <i>Micke Desk</i> 105x50.....                          | 124 |
|       | Anexo III – Novo Modelo de Identificação de Paletes .....                            | 125 |
|       | Anexo IV – Planos de Corte.....                                                      | 126 |
|       | Anexo V – <i>Standard Operation Sheet</i> .....                                      | 128 |
|       | Anexo VI – <i>Work Element Sheet</i> .....                                           | 130 |
|       | Anexo VII – Folha de Parâmetros.....                                                 | 132 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1- Casa TPS (Pinto, 2009). .....                                              | 8  |
| Figura 2 - Princípios Lean.....                                                      | 9  |
| Figura 3 - Definição dos diferentes tipos de atividade (Hines & Taylor, 2000). ..... | 11 |
| Figura 4 - Etapas para a implementação do VSM.....                                   | 13 |
| Figura 5 - Simbologia comum para construção do VSM (adaptado de Chen & Cox (2012)).  | 14 |
| Figura 6 - Modelo 5S (adaptado de Hirano (1995)).....                                | 15 |
| Figura 7 - Diagrama Causa-Efeito. ....                                               | 17 |
| Figura 8 - Métodos de prevenção de defeitos (Shingo, 1986). ....                     | 18 |
| Figura 9 - Etapas para implementação do SMED. ....                                   | 19 |
| Figura 10 - Production Capacity Chart (Dennis, 2007). ....                           | 21 |
| Figura 11 - Standardized Work Combination Table (Dennis, 2007). ....                 | 21 |
| Figura 12 - Standardized Work Analysis Chart (Dennis, 2007). ....                    | 22 |
| Figura 13 - Job Element Sheets (Dennis, 2007). .....                                 | 22 |
| Figura 14 - Funcionamento do sistema Kanban (Pinto, 2009). .....                     | 23 |
| Figura 15 - Kanban de Produção vs. Kanban de Transporte.....                         | 24 |
| Figura 16 - Instalações IKEA Industry Portugal. ....                                 | 27 |
| Figura 17- Cadeia de valor da IKEA Industry. ....                                    | 29 |
| Figura 18 - Etapas para implementação do modelo Lean&Quality. ....                   | 30 |
| Figura 19 - Mesa Lack 55x55 com tampo BOF.....                                       | 32 |
| Figura 20 - Exemplares das famílias de produtos BOF. ....                            | 33 |
| Figura 21 - Componentes dos produtos BOF.....                                        | 34 |
| Figura 22 - SIPOC Laquer&Print.....                                                  | 35 |
| Figura 23 - Layout geral da fábrica Laquer&Print.....                                | 36 |
| Figura 24 - Subáreas Frames e Coldpress. ....                                        | 39 |
| Figura 25 - Etapas de produção F&CP.....                                             | 41 |
| Figura 26 - Representação do Diagrama de Processo Frames&Coldpress. ....             | 43 |
| Figura 27 - Esquartejadora para corte de material. ....                              | 44 |
| Figura 28 - Montagem manual de frames. ....                                          | 45 |
| Figura 29 - Carro para abastecimento de ripas.....                                   | 46 |
| Figura 30 - Carros para abastecimento de cubos.....                                  | 47 |

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 31 - Componentes resultantes da montagem automática.....                                       | 48 |
| Figura 32 - Entrada de honeycomb na máquina expansora. ....                                           | 50 |
| Figura 33 - Buffer à saída da máquina expansora. ....                                                 | 50 |
| Figura 34 - Introdução de elementos de honeycomb nas estruturas de frames.....                        | 51 |
| Figura 35 - Tapete de roletes para transporte de placas com cola.....                                 | 52 |
| Figura 36 - Carro de abastecimento à montagem favo e máquina da cola.....                             | 53 |
| Figura 37 - Montagem BOF. ....                                                                        | 53 |
| Figura 38 - Prensagem dos painéis BOF.....                                                            | 54 |
| Figura 39 - Transferência dos painéis BOF prensados para o buffer da E&D.....                         | 55 |
| Figura 40 - Medição da espessura do honeycomb. ....                                                   | 56 |
| Figura 41 - Medição de humidade do honeycomb. ....                                                    | 56 |
| Figura 42 - Representação gráfica da análise ABC dos produtos L&P. ....                               | 58 |
| Figura 43 - Excerto do VSM representativo da área Frames&Coldpress. ....                              | 59 |
| Figura 44 - Desempenho da linha de montagem automática de frames nos últimos 5 meses<br>de 2014. .... | 63 |
| Figura 45 - Abastecimento de frames no posto montagem favo.....                                       | 70 |
| Figura 46 - Etiqueta de identificação de palete de frames. ....                                       | 72 |
| Figura 47 - Descarga de palete de elementos BOF com carro de rolos manual. ....                       | 74 |
| Figura 48 - Recurso a bastão para auxiliar a descarga da palete.....                                  | 75 |
| Figura 49 - Delimitação workstations e zonas de trabalho. ....                                        | 79 |
| Figura 50 - Passadiços sinalizados para circulação nas linhas de rolos de cor amarela. ....           | 79 |
| Figura 51 - Sinalização dos degraus e fita antiderrapante nos degraus.....                            | 80 |
| Figura 52 - Suporte de folhas. ....                                                                   | 81 |
| Figura 53 - Armário pessoal no posto de montagem automática de frames. ....                           | 81 |
| Figura 54 - Identificação de linhas do buffer. ....                                                   | 82 |
| Figura 55 - Suporte para pistola de cola quente. ....                                                 | 82 |
| Figura 56 - Enfardador de honeycomb.....                                                              | 83 |
| Figura 57 - Proteção dos pratos de prensagem com plástico. ....                                       | 84 |
| Figura 58 - Novo modelo de identificação de paletes de frames. ....                                   | 87 |
| Figura 59 - Régua para medição da altura de paletes de frames. ....                                   | 88 |
| Figura 60 - Exemplos de plano de corte.....                                                           | 89 |
| Figura 61 - Utilização de garfo extensível para deslocação de HC para a saída do buffer.....          | 93 |
| Figura 62 - Réguas fixas na expansora para ajuste de guias e serras de corte. ....                    | 95 |

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| Figura 63 - Exemplo de SOS.....                 | 101 |
| Figura 64 - Exemplo de WES. ....                | 102 |
| Figura 65 - Exemplo de FP. ....                 | 103 |
| Figura 66 - Exemplo de OPL. ....                | 104 |
| Figura 67 - Sistema de aspiração de serrim..... | 105 |



## ÍNDICE DE TABELAS

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1- Postos e equipamentos F&CP. ....                                     | 42  |
| Tabela 2 - Análise ABC dos produtos produzidos na L&P. ....                    | 58  |
| Tabela 3 - Pontuações de auditorias 5S das subáreas Frames e Coldpress. ....   | 62  |
| Tabela 4 - Tempos de paragem da montagem automática de frames em Janeiro. .... | 64  |
| Tabela 5 - Identificação de cubos por espessura. ....                          | 70  |
| Tabela 6 - Síntese dos problemas identificados na área Frames&Coldpress. ....  | 76  |
| Tabela 7 - Propostas de melhoria segundo os 5W2H. ....                         | 77  |
| Tabela 8 - Comparação de custos antes e pós alteração da limpeza. ....         | 84  |
| Tabela 9 - Sistema de identificação de cubos por espessura e largura. ....     | 85  |
| Tabela 10 - Sistema de identificação de ripas. ....                            | 86  |
| Tabela 11 - Constantes características da esquartejadora. ....                 | 90  |
| Tabela 12 – Dados de produção a registar na secção de corte. ....              | 91  |
| Tabela 13 - Capacidade de produção do corte. ....                              | 92  |
| Tabela 14 - Tempos de ajuste nas expansoras. ....                              | 96  |
| Tabela 15 - Tempos de descarga de palete BOF. ....                             | 98  |
| Tabela 16 - Variação de indicadores de desempenho na área Frames. ....         | 107 |
| Tabela 17 - Variação de indicadores de desempenho na área Coldpress. ....      | 107 |
| Tabela 18 - Tempos de paragem da montagem automática de frames em Julho. ....  | 108 |
| Tabela 19 - Variação dos valores de sucata. ....                               | 110 |
| Tabela 20 - Redução de custos esperada. ....                                   | 111 |



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BOF – *Board on Frame*

LP – *Lean Production*

JIT – *Just-In-Time*

F&CP – *Frames&Coldpress*

CP – *Coldpress*

HC – *Honeycomb*

HDF – *Hight Density Fiberboard*

MDF – *Medium Density Fiberboard*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SOS – *Standard Operation Sheet*

WES – *Work Element Sheet*

FP – *Folha de Parâmetros*

OPL – *One Point Lesson*

VSM – *Value Stream Mapping*

SIPOC – *Supplieres, Input, Process, Output, Customers*

ANF – *Anomalias ao Funcionamento*

AV – *Avarias*

PP – *Paragem Planeada*

SET – *Setup*

WIP – *Work In Process*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TQM – *Total Quality Management*



## 1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo é feita uma apresentação do projeto de dissertação “Aplicação de princípios e ferramentas *Lean Production* para melhoria numa área de produção de uma empresa de mobiliário”, do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial do Departamento de Produção e Sistemas, da Escola de Engenharia da Universidade do Minho. Ao longo do capítulo é feito um enquadramento do tema, apresentam-se os objetivos do projeto, a metodologia de investigação utilizada e, por fim, será brevemente descrita a estrutura da presente dissertação.

### 1.1 Enquadramento

O *Toyota Production System* é atualmente reconhecido a nível mundial, tendo o desenvolvimento do seu conceito, e posterior implementação, sido levado a cabo após a segunda guerra mundial por Taichi Ohno, no fabricante de automóveis *Toyota*. Este tipo de sistema tem sido adaptado e introduzido independentemente dos tipos de indústrias e outras instituições (Ohno, 1988) e adequa-se ao presente comportamento dos mercados, caracterizado por uma alta competitividade e exigência (Hunter, 2008).

Ohno (1988) define como principal objetivo do sistema produtivo da Toyota o aumento da produtividade através da máxima redução do desperdício (*Muda*), salvaguardando sempre a importância do respeito pelo ser humano. Através de um processo de *benchmarking* que conduziu a reformulações nos métodos de produção, Ohno promoveu melhorias notáveis no que respeita à produtividade e qualidade do seu produto, levando assim à satisfação do cliente e fazendo com que a Toyota se destacasse relativamente aos seus competidores (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Segundo Womack & Jones (1996), *Lean Thinking* apresenta-se como uma solução na eliminação do desperdício, uma vez que possibilita a identificação e definição de atividades que acrescentam valor ao produto, bem como da melhor sequência para as realizar, sem interrupções e de forma cada vez mais eficiente. Este tipo de lógica permite ainda tornar o trabalho mais satisfatório pois tem associada uma elevada capacidade de resposta nas ações postas em prática para a eliminação do desperdício. Permite também uma fácil identificação de

defeitos na fonte, podendo-se assim “fazer mais com menos” garantindo que o *output* do sistema representa exatamente aquilo que o cliente final pretende.

Reconhecendo então que o desperdício se caracteriza pelas atividades que não representam valor para o cliente, podemos identificar vários tipos de *muda* num sistema produtivo: defeitos, sobreprocessamento, sobreprodução, esperas, *stocks*, deslocações dos operadores e movimentações e manuseamento de material (Melton, 2005). Além dos sete desperdícios aqui enumerados, atualmente é já reconhecido um oitavo, designadamente o mau aproveitamento da capacidade humana (Dolcemascolo, 2006).

A aplicação do *Lean* na indústria traduz-se noutro tipo de benefícios para além da evidente eliminação de desperdícios, como é o caso da redução de *stocks*, redução do tempo de ciclo e *lead time* do produto, redução dos custos de produção e da necessidade de investimento de capital, melhorias na qualidade, processos com maior robustez, entre outros (Das, Venkatadri, & Pandey, 2014; Melton, 2005; Shah & Ward, 2003).

A abordagem *Lean* está associada à utilização de pressupostos e ferramentas tais como JIT (*Just-In-Time*), mão-de-obra flexível e pensamento criativo e *Autonomation* ou *Jidoka*. Pode-se enumerar cinco princípios inerentes à filosofia *Lean*: criação de valor para o cliente; análise da cadeia de valor; criação de fluxo; adoção do sistema de produção *pull*; e procura pela perfeição (melhoria contínua) (Womack & Jones, 1996; Carvalho, Alves, & Lopes, 2011; Das et al., 2014). De modo a aplicar e seguir estes princípios, a abordagem serve-se de uma série de ferramentas/técnicas que permitem então o alcance de melhorias no sistema.

Numa primeira fase é importante analisar e identificar quais os pontos ao longo da cadeia de valor em que é criado valor ou, por outro lado, é originado desperdício. Para tal é possível recorrer ao *Value Stream Mapping* (VSM). Após a análise da cadeia de valor e exata definição de objetivos para alcançar as melhorias pretendidas é possível recorrer a outro tipo de ferramentas *Lean*, sendo as mais usualmente aplicadas: sistemas de *kanbans*, 5S's, mecanismos *poka-yoke*, *Single Minute Exchange of Die* (SMED), *Standard Work*, entre outros.

A título de exemplo, a metodologia de *Standard Work* procura a uniformização da forma de realizar as operações, definindo um conjunto de procedimentos de maneira a estabelecer os melhores métodos e sequências de trabalho para cada processo e para cada trabalhador (Bragança, Alves, Costa, & Sousa, 2013). Através desta ferramenta pode ser realizada a descrição de cada atividade e especificados o tempo de ciclo e *takt time*, bem como a sequência

para a realização das operações e quantidade de componentes necessários (Womack & Jones, 1996). A aplicação desta metodologia conduz à redução de custos e aumento da qualidade do produto, já que reduz a variabilidade dos processos produtivos, e da segurança do processo (Bragança et al., 2013; Patchong, 2012).

A produtora de mobiliário *IKEA Industry Portugal* tem vindo a aplicar a filosofia *Lean* de forma a otimizar os seus processos. No contexto deste projeto o objetivo passa pela utilização das ferramentas *Lean* na *IKEA Industry* de forma a ir de encontro aos resultados pretendidos pela empresa.

## 1.2 Objetivos

O principal objetivo do presente projeto de dissertação prende-se com a normalização do sistema produtivo da área *Frames&Coldpress* da empresa *IKEA Industry Portugal*. Assim, os objetivos específicos consistiram em:

- Criar procedimentos normalizados de trabalho para as rotinas de Arranque, Execução, Fecho e Resolução de problemas;
- Melhoria de procedimentos já existentes;
- Identificar e eliminar os desperdícios;
- Normalizar o processo produtivo;
- Formar os colaboradores acerca dos procedimentos e proporcionar a polivalência;
- Melhorar a eficiência dos processos;
- Reduzir tempos para a realização de operações;
- Reduzir produtos não conformes;
- Melhorar a deteção e resolução de problemas.

## 1.3 Metodologia de Investigação

O projeto desenvolvido na empresa *IKEA Industry Portugal* seguiu a metodologia Investigação-Ação.

Como o próprio nome indica, Investigação-Ação baseia-se na recolha de informação e intervenção por parte do investigador, ou seja, seguindo a metodologia é possível intervir num sistema ao mesmo tempo que se cria informação crítica sobre o mesmo (Susman & Evered, 1978). Esta pode ser descrita como uma família de metodologias que compreendem simultaneamente ação e investigação, utilizando um processo cíclico ou em espiral, que alterna entre Ação e reflexão crítica (Coutinho et al., 2009). Em suma, a metodologia procura sistematicamente aperfeiçoar as ações posteriores com base na interpretação e análise dos resultados obtidos com as ações anteriores.

A Investigação-Ação tem associadas as seguintes características (Coutinho et al., 2009; Susman & Evered, 1978): participativa e colaborativa pois envolve todos os intervenientes no processo; prática e interventiva uma vez que não se limita à descrição e implica intervenção; cíclica e por isso orientada para o futuro pois cada avaliação de um ciclo pode gerar novas mudanças; crítica porque os intervenientes não procuram apenas melhores práticas, atuando também como agentes de mudança críticos e autocríticos das eventuais restrições; e, por fim, auto-avaliativa pois as modificações são continuamente avaliadas numa perspetiva de adaptabilidade e produção de novos conhecimentos.

#### **1.4 Estrutura da dissertação**

A dissertação encontra-se distribuída ao longo de sete capítulos. O presente capítulo fornece o enquadramento geral do projeto e define os principais objetivos que se pretendem alcançar, bem como a metodologia utilizada.

No segundo capítulo expõe-se uma revisão crítica da literatura relativamente à filosofia *Lean Production*, apresentando-se a sua origem e princípios, principais tipos de desperdício e descrevem-se algumas ferramentas *Lean*, bem como os seus benefícios e entraves à implementação.

O terceiro capítulo caracteriza a empresa onde se realizou o projeto – *IKEA Industry Portugal*. Neste capítulo constam informações relativas à visão e valores da organização *IKEA*, cadeia de valor, o conceito *Lean&Quality* e indicadores de desempenho adotados pela empresa.

No quarto capítulo procede-se à descrição e análise do estado atual do sistema produtivo da área *Frames&Coldpress*. Nele faz-se a descrição das diferentes secções da área e identificam-se os principais problemas existentes.

A descrição de propostas de melhoria suportadas em ferramentas *Lean* que tem como objetivo solucionar ou minimizar os problemas identificados encontra-se no capítulo cinco.

No capítulo seis apresenta-se a discussão dos resultados (reais ou estimados) relativos às propostas implementadas, de forma a avaliar o efeito das mesmas nos indicadores de desempenho.

Finalmente, no último capítulo constam as principais conclusões sobre o projeto, bem como uma descrição das principais dificuldades que surgiram ao longo do mesmo e algumas sugestões para trabalho futuro.



## 2. REVISÃO CRÍTICA DA LITERATURA

O presente capítulo pretende apresentar os conceitos subjacentes à filosofia de produção *Lean*. Nele são abordados o conceito, a sua origem, princípios, fontes de desperdício, sendo ainda referidas algumas das ferramentas que auxiliam a sua implementação bem como os benefícios e obstáculos à implementação desta filosofia.

### 2.1 *Lean Production*

Segundo Womack et al. (1990), a produção *Lean* pretende “fazer mais com menos”, ou seja, é um modelo que procura produzir maiores quantidades de produtos usando menos recursos (como por exemplo mão-de-obra e tempo de produção), sem sacrificar a qualidade destes, através de uma melhor gestão e organização da cadeia de valor.

Para Shah & Ward (2003) *Lean Production* consiste numa abordagem multidimensional que combina um conjunto de práticas de gestão num sistema integrado. Ainda segundo estes autores, uma vez trabalhadas em conjunto, estas práticas proporcionam um sistema de alta qualidade, capaz de fornecer os seus produtos em sincronia com a procura, em que o desperdício é mínimo ou até mesmo nulo.

O *Lean Production* é definido por Warnecke & Huser (1995) como um sistema de medidas e métodos que quando combinados têm a capacidade de aumentar a competitividade, não só da produção, mas de toda a empresa.

### 2.2 Origem de *Lean Production*

*Lean Production* é o conceito resultante do desenvolvimento do sistema de produção da Toyota (*Toyota Production System*) e por isso utilizada para se referir ao mesmo (Monden, 2011).

Na sequência da Segunda Guerra Mundial a indústria japonesa deparou-se com grandes dificuldades em competir com as indústrias ocidentais. Mais concretamente, a indústria americana era a sua concorrente mais forte devido aos baixos preços praticados conseguidos pela implementação da produção em massa – um modelo produtivo desenvolvido por Henry Ford. Uma vez nesta situação, os japoneses tiveram a necessidade de desenvolver um sistema de produção que utilizasse menos recursos, já que esta era a sua maior deficiência, e que fosse

ao mesmo tempo flexível, indo de encontro às características de procura da época – variada e reduzida.

Taichii Ohno e Shigeo Shingo desenvolvem então o *Toyota Production System* (TPS), um sistema produtivo que procura a melhoria contínua através da eliminação de desperdícios e de atividades que não acrescentam valor, sendo capaz de produzir economicamente uma grande variedade de produtos em pequenos volumes (Holweg, 2007). O TPS resulta da combinação do seu sistema e ideias originais, com elementos do modelo de produção de Ford e alguns aspetos retirados de experiências de outros tipos de indústria.

Em 1988, Ohno apresenta o TPS como um sistema suportado por dois pilares, nomeadamente, a filosofia *Just-In-Time* (JIT) e *Autonomation* (*jidoka*). Na Figura 1 apresenta-se a casa TPS na qual são representados os conceitos e princípios inerentes a este sistema.

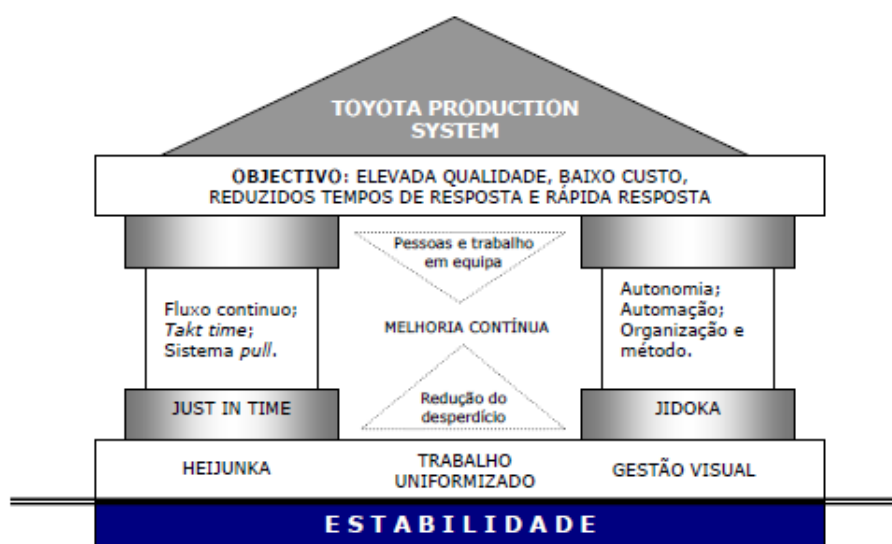


Figura 1- Casa TPS (Pinto, 2009).

Segundo Pinto (2009), a casa TPS reúne um conjunto de conceitos chave, nomeadamente JIT, *Jidoka*, *Heijunka*, processos uniformizados (normalizados) e gestão visual, que se relacionam entre si proporcionando a estabilidade do sistema e permitindo a redução de custos através da eliminação do desperdício, através de um compromisso da procura continuada da melhoria do desempenho de toda a organização. Por fim, o TPS procura dotar as pessoas com conhecimentos de métodos e ferramentas, permitindo-lhes alcançar a melhoria contínua do seu

desempenho, estando por isso o sistema mais dependente das pessoas para melhorar processos, reduzir *stocks* e identificar e eliminar problemas escondidos.

## 2.3 Princípios do Lean Production

O modelo *Lean Production* procura, como descrito anteriormente, eliminar atividades que não acrescentam valor ao produto, permitindo assim a redução de custos para a empresa. Womack & Jones (1996) defendem que para atingir este objetivo é necessário ter em consideração cinco princípios que sustentam a filosofia *Lean*: especificação de valor, identificação da cadeia de valor, criação de um fluxo de produção contínuo, adoção de um sistema com produção puxada (*pull*) e procura da perfeição (Figura 2).

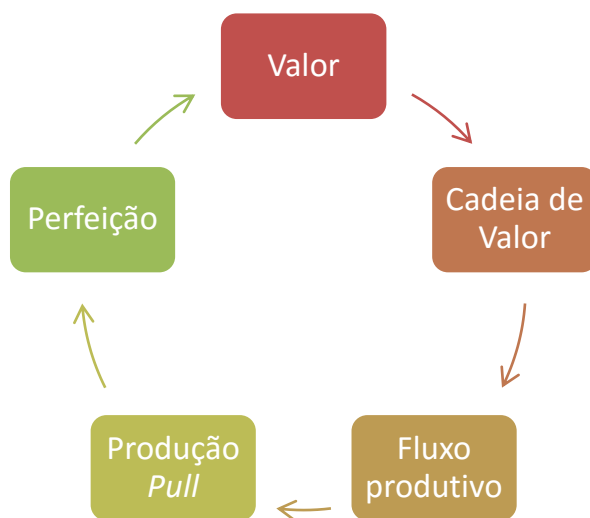


Figura 2 - Princípios *Lean*.

**Valor:** O primeiro princípio da filosofia *Lean* é a especificação de valor na perspetiva do cliente final, definindo aquilo que corresponde ao pretendido por este e tudo aquilo que não vai de encontro às suas necessidades. De acordo com Womack & Jones (1996) valor traduz-se no tipo de resposta ao cliente, ou seja, fornecendo-o no tempo e preço certos;

**Cadeia de valor:** A definição de cadeia de valor passa pela análise de todas as atividades que se desenvolvem ao longo da mesma, desde o fornecedor até ao cliente final, eliminando aquelas que não acrescentam valor. Ao longo de toda a cadeia existem atividades que acrescentam valor ao produto/serviço pretendido pelo cliente, atividades que não acrescentam valor mas que são

necessárias, e por isso não podem ser eliminadas, e atividades que não acrescentam valor e não são necessárias ao processo, devendo portanto ser eliminadas;

**Fluxo Contínuo:** Após a especificação de valor e identificação da cadeia de valor, é necessário criar condições para que o produto/serviço percorra toda a cadeia sem qualquer paragem ou espera, isto é, produzir no momento certo;

**Produção Pull:** A implementação de um sistema do tipo *pull* permite que um processo produtivo seja desencadeado quando o processo que lhe sucede assim o determine, ou seja, a encomenda do cliente (interno ou externo) desencadeia o processo produtivo levando a que apenas se produza o que é necessário;

**Perfeição:** Finalmente é necessário criar uma cultura de melhoria contínua, procurando sistematicamente a criação de valor e eliminação de desperdícios.

## 2.4 Tipos de desperdício

Reconhecendo que a filosofia *Lean Production*, como já referido, se baseia na produção de valor, é necessário fazer a clara distinção entre aquilo que representa este conceito e aquilo que não o faz, evitando gastos desnecessários de recursos.

Desperdício ou em japonês *muda*, consiste em todas as atividades que não acrescentam valor ao produto e que, pelo uso de recursos, provocam o aumento do seu custo (Ohno, 1988; Wahab, Mukhtar, & Sulaiman, 2013; Womack & Jones, 1996). Contudo, Melton (2005) reconhece a existência de um tipo de desperdício que não se enquadra nesta definição mas que é uma parte necessária do processo por proporcionar valor à organização e por isso não pode ser eliminado – atividades sem valor acrescentado mas necessárias.

De acordo com Hines & Taylor (2000) e Sahoo et al. (2008) dentro de uma organização podem ser identificadas três tipos de atividades: atividades de valor acrescentado, atividades sem valor acrescentado e atividades sem valor acrescentado mas necessárias (Figura 3).



Figura 3 - Definição dos diferentes tipos de atividade (Hines & Taylor, 2000).

Ohno (1988) e Shingo (1989) identificam sete tipos de desperdício, nomeadamente, sobreprodução, esperas, processamento inadequado ou sobreprocessamento, inventário, defeitos, transporte e movimentações.

A **sobreprodução** consiste na produção excessiva ou demasiado cedo. Ocorre também quando a organização produz “pelo sim pelo não”, isto é, como forma de prevenir a ocorrência de falhas ou com o objetivo de manter a utilização máxima do sistema produtivo, contribuindo assim para a existência de inventários desnecessários (Wahab et al., 2013). Para Ohno (1988) a sobreprodução representa o pior dos desperdícios uma vez que a produção para lá da procura está na origem dos restantes desperdícios.

As **esperas** resultam de paragens de pessoas, equipamentos, materiais e informação provocando interrupções do fluxo e aumentando o período de processamento do produto (Pinto, 2009).

Relativamente ao **processamento inadequado ou sobreprocessamento**, reconhece-se que tal acontece quando os equipamentos ou processos não são adequados ou são demasiado complexos, quando há utilização incorreta dos recursos ou falta de informação para os utilizar (Pinto, 2009; Wahab et al., 2013).

A existência de **inventário**, tal como de matérias-primas, material à espera de ser processado ou produto final, conduzem ao aumento do tempo de processamento, devido ao aumento de

espaço e por isso aumento do percurso que o produto tem que percorrer, pode originar falha na transmissão de informação e impedir a identificação de problemas (Wahab et al., 2013).

Os **defeitos** retratam desperdícios originados por não conformidades dos produtos e que se traduzem em aumentos de custos de produção devido ao uso de recursos para retrabalho (reparação) ou, caso tal não seja possível, custos associados à segregação do produto.

Os desperdícios associados **transportes** caracterizam-se pelas movimentações que os materiais fazem ao longo do processo e que são atividades que não acrescentam valor ao produto.

As **movimentações** referem-se aos desperdícios gerados pelas deslocações e manipulação das pessoas para, por exemplo, recolha de ferramenta, e que geralmente se devem à falta de organização dos locais de trabalho (Pinto, 2009).

Posteriormente, diversos autores defendem a existência de um oitavo desperdício. Apesar de existirem várias definições que referem o espaço, gastos energéticos, entre outros, o oitavo desperdício tem sido reconhecido como a falta de aproveitamento do potencial humano por parte das organizações (Liker, 2004; Maia, Alves, & Leão, 2012; Pinto, 2009; Wahab et al., 2013).

## 2.5 Metodologias e Ferramentas *Lean Production*

De modo a implementar a filosofia *Lean* as organizações têm que conhecer e recorrer a um conjunto de metodologias e ferramentas que possibilite a melhoria dos processos e a eliminação do desperdício (Maia et al., 2012).

Seguidamente será feita uma descrição de algumas destas metodologias e ferramentas que servem de referência à implementação do *Lean Production* e que se enquadram no presente projeto.

### 2.5.1 *Value Stream Mapping*

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma representação gráfica dos fluxos de materiais e informação ao longo de uma cadeia de valor que permite identificar e compreender todas as etapas do percurso do produto, desde a receção de matérias-primas até à entrega do produto ao cliente final (Rother & Shook, 1999). O VSM permite ter uma perspetiva global da cadeia de

valor, sendo o seu principal objetivo a identificação não só da existência de desperdícios mas também das suas fontes.

A aplicação do VSM divide-se em quatro fases representadas na Figura 4 (Rother & Shook, 1999).

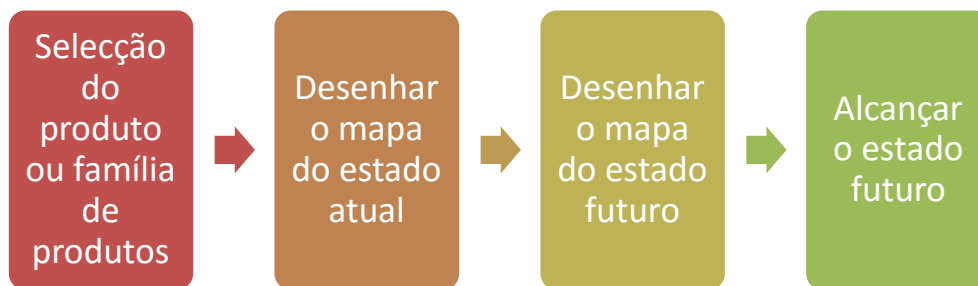


Figura 4 - Etapas para a implementação do VSM

A primeira etapa consiste em determinar qual o produto ou família de produtos que será alvo de identificação da cadeia de valor. Esta seleção recai no produto/família com maior relevância segundo a perspetiva do cliente (Rother & Shook, 1999). Para determinar qual é esse produto é possível recorrer ao uso da curva ABC.

Na segunda etapa pretende-se desenvolver o VSM do estado atual. Deste modo, é necessário realizar uma recolha de informação que irá permitir desenhar o mapa atual: tempo de ciclo (*cycle time*), tempo de troca de ferramentas (*change over time*), número de operadores, número de turnos de trabalho, disponibilidade, inventário entre processos, tamanho de lotes de produção; e *lead time*. Após a recolha dos dados deve então desenhar-se o mapa do estado atual do processo, utilizando para tal a simbologia *standard*, como representado na Figura 5.

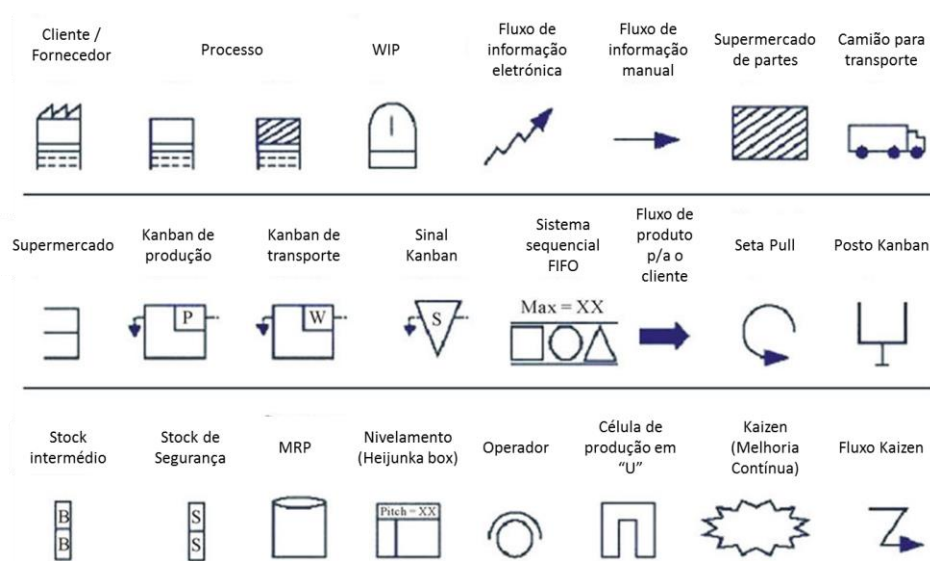


Figura 5 - Simbologia comum para construção do VSM (adaptado de Chen & Cox (2012)).

A terceira etapa corresponde à construção do VSM do estado futuro, o qual resulta da eliminação das ineficiências detetadas com a análise do VSM do estado atual (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

### 2.5.2 Metodologia 5S

A ferramenta 5S consiste numa metodologia utilizada para reduzir situações que resultam em desperdício e que são muitas vezes negligenciadas, através da implementação de pequenas alterações (Monden, 2011). Hirano (1995) defende que esta ferramenta é um pilar da filosofia JIT. A designação “5S” deriva de cinco palavras japonesas, representando cada uma delas uma etapa para a implementação desta ferramenta Figura 6: *Seiri* (separar); *Seiton* (organizar); *Seiso* (limpar); *Seiketsu* (normalizar) e *Shitsuke* (autodisciplina).

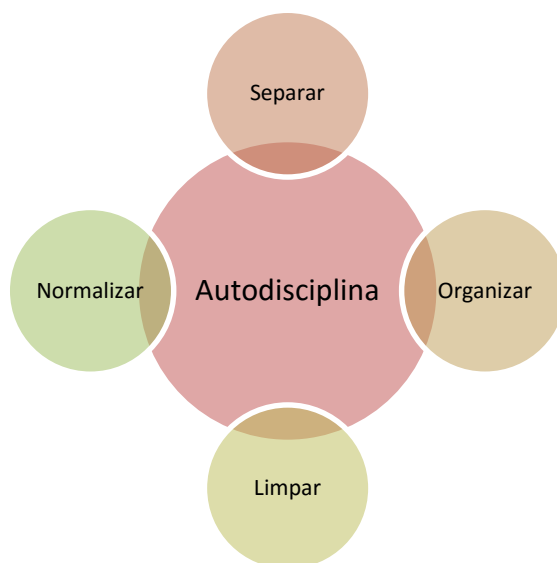


Figura 6 - Modelo 5S (adaptado de Hirano (1995))

O primeiro S – *Seiri* – caracteriza-se pela identificação daquilo que é necessário e do que não o é, devendo apenas aquilo que é realmente necessário ser mantido no local de trabalho (Monden, 2011).

A segunda etapa, *Seiton*, compreende a organização e identificação dos materiais e ferramentas de acordo com um fluxo de trabalho eficaz. Aplicando um sistema de identificação e disposição destas ferramentas possibilita-se a eliminação de movimentações desnecessárias e aumenta-se a funcionalidade do local de trabalho.

Após separar e organizar, segue-se a limpeza – *Seiso*. Deve ser criada uma rotina de limpeza do local de trabalho de forma a reduzir a ocorrência de anomalias dos equipamentos e deste modo promover a qualidade (Monden, 2011).

Após a implementação das três primeiras etapas é necessária a definição de um conjunto de normas e procedimentos que permitam a manutenção dos resultados por elas proporcionados através da normalização (*Seiketsu*).

Por fim, é necessário atuar segundo as regras e planos definidos de forma a tornar este tipo de atividades numa cultura da empresa. A autodisciplina ou *Shitsuke* pretende assegurar o futuro das práticas implementadas.

Segundo Monden (2011), com a implementação dos 5S's é possível verificar melhorias relativamente aos níveis de qualidade e lead time e custos associados ao produto. Bittencourt,

Alves & Arezes (2012) defendem ainda que esta ferramenta permite melhorar as condições ergonómicas dos locais de trabalho e potenciar a satisfação dos colaboradores uma vez que são asseguradas as condições para o bom funcionamento do posto e reduzidas as oportunidades de anomalias no mesmo.

### 2.5.3 Gestão Visual

A gestão ou controlo visual é uma forma de dispor os locais de trabalho para que seja possível a identificação de problemas, gestão dos fluxos materiais e seguimento dos indicadores de desempenho, ou seja, é uma forma simples e clara de comunicar dentro da organização (ReVelle, 2001).

Segundo Ortiz & Park (2011), o conceito de gestão visual tem um grande peso num sistema baseado na filosofia de produção *Lean*, uma vez que está focado para a redução do desperdício, potenciando o aumento da produtividade e competitividade de uma organização. Os sistemas de controlo visual são utilizados para transmitir informação de forma inequívoca e atempada, podendo ser usada em todas as áreas de uma empresa, com o objetivo de publicitar, promover a segurança e ser utilizada como meio para melhoria de desempenho.

Pinto (2009) define o controlo visual como sinalização simples e intuitiva no local de trabalho com o objetivo de informar as pessoas sobre como e quando fazer, quem precisa de ajuda e ocorrência de anomalias.

Os sistemas de gestão visual são criados através da implementação de várias ferramentas como é o caso da metodologia 5 S, sistemas *andon*, marcações do *shopfloor*, sinalização luminosa e sonora, sistemas *kanban*, caixas *heijunka*, entre outros.

### 2.5.4 Diagrama Causa-Efeito

Karou Ishikawa desenvolveu um diagrama que pretende estabelecer a ligação entre um determinado efeito e as possíveis causas que estão na sua origem. O Diagrama Causa-Efeito, ou Diagrama Ishikawa, pode ainda ser denominado de espinha de peixe (devido à sua estrutura de representação gráfica) é uma ferramenta de análise, integrando um conjunto de sete ferramentas da qualidade, utilizada para a resolução de problemas (Pinto, 2009).

O diagrama de Causa-Efeito (Figura 7) divide-se em seis categorias, às quais são associadas possíveis causas a cada uma delas que originaram um determinado problema.

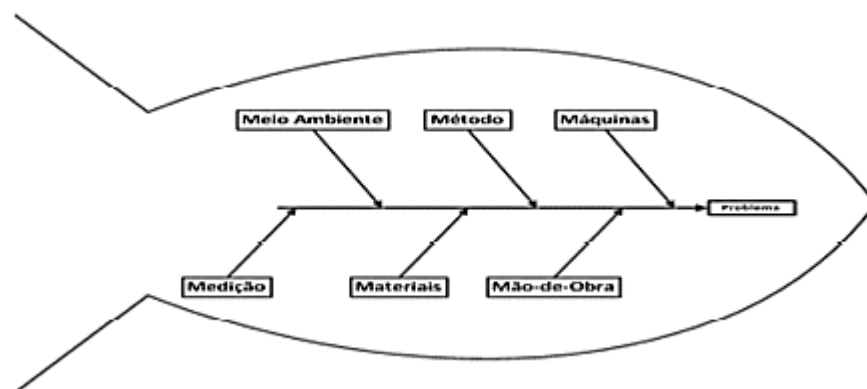


Figura 7 - Diagrama Causa-Efeito.

A aplicação desta ferramenta é feita recorrendo-se ao método de *brainstorming* de forma a chegar ao conjunto das causas do problema.

#### 2.5.5 *Poka-Yoke*

Ao longo do processo produtivo de um produto existe a possibilidade de ocorrência de erros que podem resultar em defeitos e, consequentemente na incapacidade de entregar valor ao cliente. Shigeo Shingo (1986) defende que esta ocorrência de erros é inevitável mas que é possível impedir que produtos defeituosos cheguem ao cliente final. Para tal desenvolveu o conceito de sistemas *poka-yoke* (sistemas Anti-Erro ou *Mistake-Proofing*) que consiste em mecanismos para a prevenção de defeitos, evitando a ocorrência de erros ou defeitos ou que permite a sua deteção o mais cedo possível no processo (Dudek-Burlikowska & Szewieczek, 2009; Pinto, 2009).

Na definição *poka-yoke* são considerados métodos de prevenção e métodos de deteção de defeitos. No caso dos métodos de prevenção, estes podem ser categorizados em três diferentes tipos: controlo, paragem e fatores humanos (Shingo, 1986). Na Figura 8 encontram-se descritas as três categorias enumeradas.

|                 |                                                                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Controlo        | Ações para correção automática de problemas                                                            |
| Paragem         | O sistema desliga-se com a ocorrência de um erro                                                       |
| Fatores Humanos | Processos de alerta que recorrem a cores, símbolos, sons, entre outros, evitando a ocorrência de erros |

Figura 8 - Métodos de prevenção de defeitos (Shingo, 1986).

No caso dos métodos de deteção de defeitos, estes detetam a existência de um problema e provocam a ativação de um sinal luminoso ou sonoro para alerta dos operadores para que estes façam a sua correção.

### 2.5.6 *Single Minute Exchange of Die*

As operações como troca de produtos, troca de ferramentas e realização de ajustes realizadas durante o processo produtivo designam atividades de *setup* (Pinto, 2009). Shingo (1985) define *setup* como as operações de preparação ou pós-ajuste realizadas antes e logo após o processamento de um lote. Com o objetivo de diminuir o tempo de *setup*, isto é, diminuir o período de tempo que decorre entre o processamento do último artigo de uma referência e o processamento de um artigo conforme de uma nova referência, Shingo desenvolveu a metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) (Shingo, 1989). O SMED é então aplicado num sistema produtivo para reduzir o tempo para a troca de ferramentas.

As atividades de *setup*, apesar de necessárias, não acrescentam valor ao produto – atividades sem valor acrescentado mas necessárias – apenas aumentando os custos e o tempo (Pinto, 2009). Como tal, este tipo de atividades devem ser encaradas como um desperdício e o objetivo deve ser elimina-las. Segundo Pinto (2009) a metodologia SMED revolucionou a forma como as operações de *setup* eram consideradas, consistindo na aplicação de forma sistemática de ações baseadas em atividades de melhoria, resultantes do trabalho em equipa, que permitem reduzir consideravelmente o tempo despendido para trocas e ajustes e assim maximizar a quantidade de tempo que uma operação requer e utiliza. Shingo (1989) apresenta como conceito desta metodologia a realização da troca de ferramentas em menos de dez minutos.

Shingo (1989) defende que o principal aspeto do SMED corresponde à categorização das atividades de *setup* em dois grupos distintos: atividades internas, cuja realização apenas pode

acontecer quando o equipamento se encontra parado, e atividades externas que podem ser levadas a cabo com os equipamentos em funcionamento.

A aplicação do SMED decorre em quatro fases diferentes, sintetizadas na Figura 9 (Almomani, Aladeemy, Abdelhadi, & Mumani, 2013; Das et al., 2014; Kumar & Abuthakeer, 2012; Shingo, 1985).

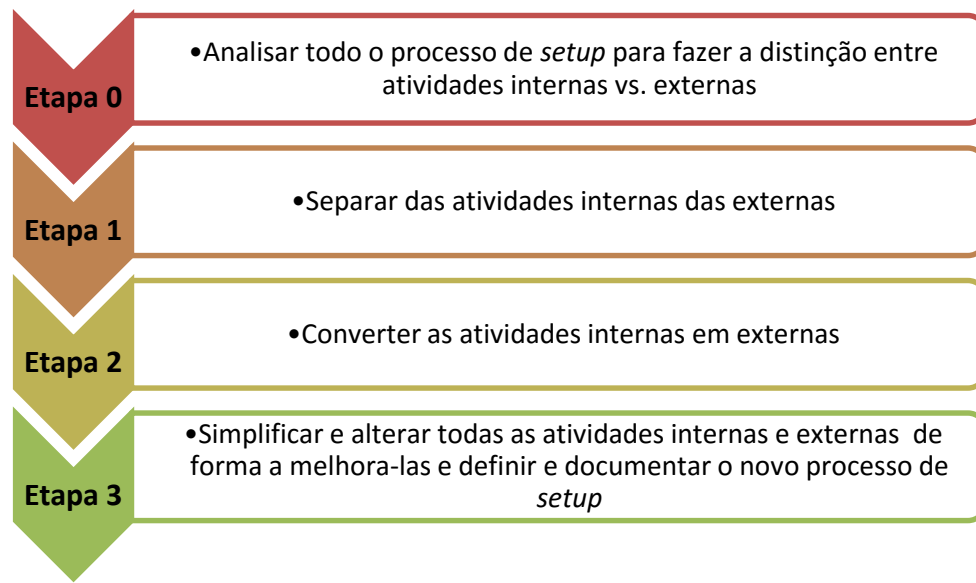


Figura 9 - Etapas para implementação do SMED.

Para além do principal objetivo de redução do tempo de *setup*, o SMED proporciona outros benefícios como a redução de *stocks* (redução da sobreprodução), redução do tempo de resposta ao cliente (*lead time*) e flexibilidade para mudar de acordo com as alterações na procura, aumento da qualidade, aumento de eficiência, potencia a motivação dos trabalhadores e da sua segurança, entre outros (Kumar & Abuthakeer, 2012; Shingo, 1989).

#### 2.5.7 *Standard Work*

Pinto (2009) defende que o *Standard Work* (trabalho normalizado) é uma das bases mais importantes da filosofia *Lean* e que o procedimento consiste em uniformizar, normalizar ou *standardizar* para que todos façam o mesmo, na mesma sequência, as mesmas operações com as mesmas ferramentas. Para tal, os modos operatórios têm que ser documentados, para que todos sigam o mesmo procedimento, utilizem as ferramentas da mesma forma e estejam preparados para reagir perante diferentes situações (Pinto, 2009).

Dennis (2007) defende que o trabalho normalizado deve procurar a maximização dos recursos humanos em detrimento das máquinas, já que os primeiros permitem uma maior flexibilidade e, portanto, benefícios que a utilização de maquinaria não proporciona.

O *standard work* apresenta como principais vantagens a redução da variabilidade e fiabilidade do sistema produtivo, pela consistência de procedimentos e ganhos de tempo. Uma vez que a ferramenta é aplicada com o envolvimento dos operadores, já que o seu objetivo é documentar o trabalho destes, é de realçar que os custos de implementação são virtualmente nulos por este motivo, e por isso apresenta um impacto bastante positivo nas finanças da empresa pela redução de custos, aumento da qualidade do produto, aumento da segurança e incentivo à criatividade e aumento da motivação dos operadores (Patchong, 2012).

Segundo Monden (2011) o *standard work* é composto por três elementos: o tempo de ciclo normalizado, a sequência de trabalho normalizado e o inventário de WIP (*work in process*) normalizado.

O tempo de ciclo normalizado corresponde ao tempo padrão de um dado produto de acordo com a procura do mercado. É importante cumprir este critério uma vez que se a produção for mais rápida do que é suposto provoca um excesso de *stock* e, na situação oposta, caso este tempo seja ultrapassado o processo seguinte ficará atrasado pelo que a procura poderá não ser satisfeita atempadamente.

A sequência de trabalho normalizado define a melhor sequência pela qual as tarefas devem ser executadas e, uma vez respeitada pelos operadores, permite a redução das variações do tempo de ciclo. Por sua vez, o inventário WIP normalizado consiste na quantidade mínima de inventário necessária para que o operador realize as suas operações sem que ocorram interrupções no fluxo produtivo.

De forma a analisar e definir o processo, bem como para identificar oportunidades de melhoria, Dennis (2007) propõe a utilização de três gráficos: *Production Capacity Chart*, *Standardized Work Combination Table* e *Standardized Work Analysis Chart*.

O *Production Capacity Chart* (Figura 10) é utilizado de forma a determinar a capacidade das máquinas num processo, documentando tempos manuais e automáticos, e é uma forma intuitiva de identificar *bottlenecks* (estrangulamentos) do sistema.

| Manager     | Foreman                      | Standardized<br>Production<br>Capacity Sheet | Part No. 17111-38010      |       |           |        | Unit Type 22R    |        |                          |            | Section<br>532<br>542 | Name<br>Suzuki<br>Sato |  |
|-------------|------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------|-----------|--------|------------------|--------|--------------------------|------------|-----------------------|------------------------|--|
|             |                              |                                              | Part Name Intake Manifold |       |           |        | No. of Units 1   |        |                          |            |                       |                        |  |
| Process No. | Process Name                 | M/C No.                                      | Basic Operation Time      |       |           |        |                  |        | Tool Changes             |            | Capacity              | Comments               |  |
|             |                              |                                              | Manual Time               |       | Auto Time |        | Time to Complete |        | Interval Between Changes | Time Taken |                       |                        |  |
| 1           | Machining of Attaching Face  | MIL 1764                                     | Min                       | Sec 3 | Min       | Sec 25 | Min              | Sec 28 | 100                      | 1'00''     | 965                   |                        |  |
| 2           | Drilling Bolt Hole           | DR 2424                                      |                           | 3     |           | 21     |                  | 24     | 1000                     | 30''       | 1148                  |                        |  |
| 3           | Tapping of Threads           | TP 1101                                      |                           | 3     |           | 11     |                  | 14     | 1000                     | 30''       | '967                  |                        |  |
| 4           | Quality Check (Thread Pitch) |                                              |                           | 5     |           |        |                  | 5      |                          |            | 5520                  |                        |  |
|             |                              |                                              |                           |       |           |        |                  |        |                          |            |                       |                        |  |

Figura 10 - *Production Capacity Chart* (Dennis, 2007).

A capacidade é calculada através do quociente entre o tempo disponível para produção num turno e o resultado da soma do tempo de processamento e tempo de *setup*.

O segundo gráfico (Figura 11) é utilizado para estabelecer a relação entre as movimentações do operador com o tempo da máquina. Nele estão representados os elementos de trabalho e sequência de execução, tempo de cada elemento, tempos de operador e de máquina, bem como a interação operador-máquina ou entre operadores.

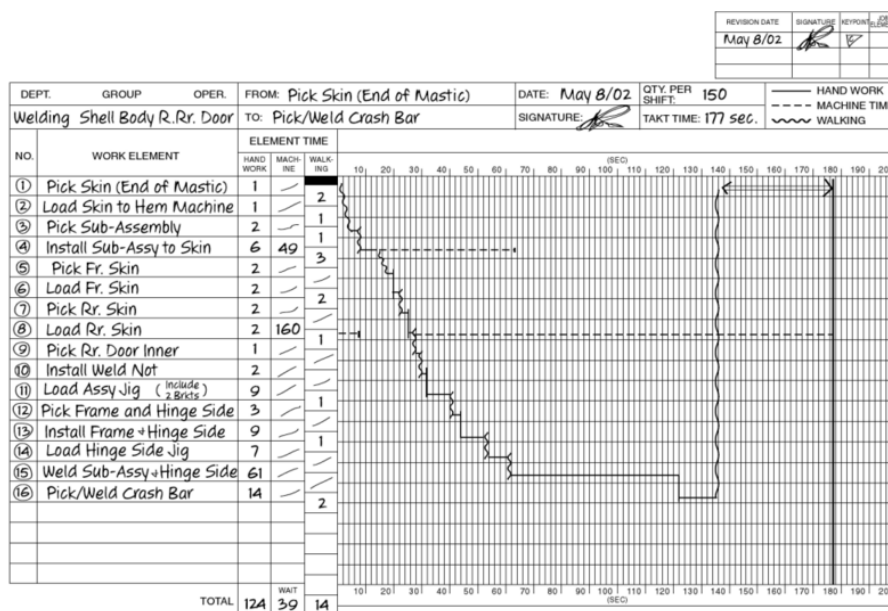


Figura 11 - *Standardized Work Combination Table* (Dennis, 2007).

O terceiro gráfico - *Standardized Work Analysis Chart* – ajuda na racionalização do espaço e na formação dos operadores. Nesta representação gráfica (Figura 12) constam o *layout* do local

de trabalho, as etapas do processo e tempo associado a cada uma delas, o WIP e alertas de qualidade e segurança.

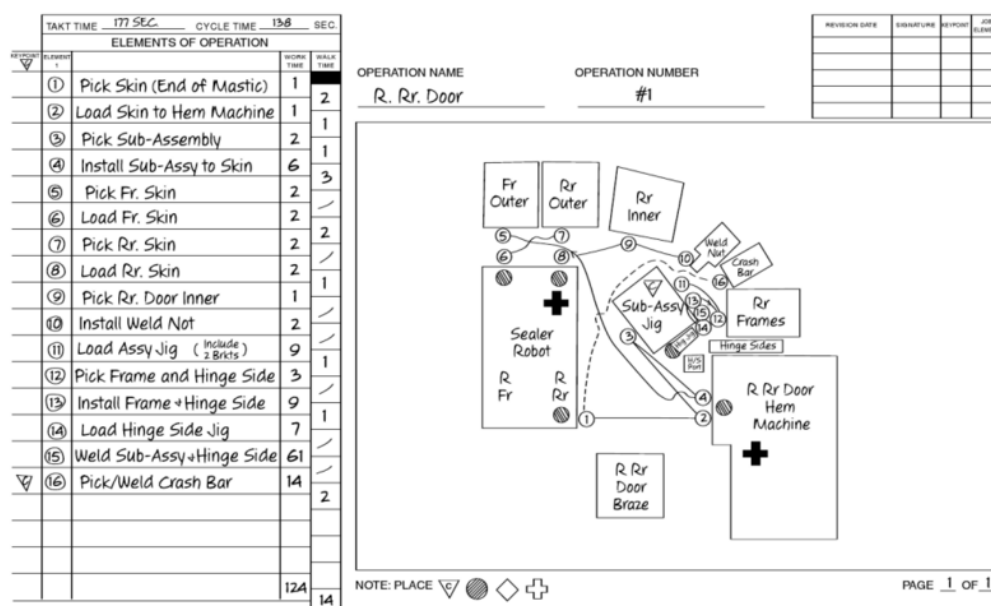


Figura 12 - *Standardized Work Analysis Chart* (Dennis, 2007).

Dennis (2007) propõe ainda duas outras ferramentas para aplicação do *standard work*.

A primeira consiste no recurso a *Job Element Sheets* (Figura 13) que é utilizada para decompor um processo complexo em elementos mais simples que o constituem.

| Model:                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                           | Date Created:    |                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------|
| Element:                                                                                                                                                 | Horn Install                                                                                                                                                                                                                                              | T<br>V<br>P<br>E | Critical<br>Cyber<br>Functional<br>Appearance                 |
| Procedure (How to Do)                                                                                                                                    | Key Point/Reason Why                                                                                                                                                                                                                                      | Ergo.            | Created By:                                                   |
| 1 Pick horn and gun.<br><br>2 Align bolt through horn bracket (as per diagram(1)).<br><br>3 Align bolt into rad support (as per diagram(2)) and tighten. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Keep 20-25 bolts in tool punch.</li> <li>First hole from right fender.</li> <li>Torque target 12 Nm (minimum 10 Nm maximum 15 Nm)</li> <li>Loose or cross thread condition not allowed (see diagram(3))</li> </ul> |                  |                                                               |
| Revisions                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                           | Initials         | Safety Key Points                                             |
|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                           |                  | I wear your PPE - cotton gloves, safety glasses, safety shoes |

Figura 13 - *Job Element Sheets* (Dennis, 2007).

Por fim, é proposto pelo autor o uso de medições de tempos de cada elemento constituinte de um processo, registando o momento em que esse elemento começa e termina.

#### 2.5.8 Sistema *Kanban*

*Kanban* é a palavra japonesa que designa cartão ou etiqueta. O sistema de *kanbans* é um mecanismo de controlo visual, que foi desenvolvido por Ohno na Toyota com o objetivo de limitar a produção às quantidades e momentos definidos pelo cliente. O *kanban* transmite a informação sobre o que produzir, quanto e quando e funciona através de uma lógica *pull*, em que o cliente (interno ou externo) movimenta a produção (Pinto, 2009; Rocha & Alves, 2012). Este instrumento é usado também para definir prioridades de produção e permite assim um controlo do fluxo produtivo de forma mais visível e intuitiva (Rocha & Alves, 2012; Vatalaro & Taylor, 2003).

Como Pinto (2009) define, o *kanban* é utilizado para autorizar e movimentar os fluxos de informação e materiais (Pinto, 2009), sendo que o fluxo de informação ocorre no sentido inverso ao fluxo de materiais. Esta relação inversa é ilustrada pela Figura 14.



Figura 14 - Funcionamento do sistema *Kanban* (Pinto, 2009).

Dentro deste sistema existem dois tipos de *kanban* (Dennis, 2007; Pinto, 2009): *kanban* de produção e *kanban* de transporte. Na Figura 15 é feita a distinção entre os dois tipos de cartão.

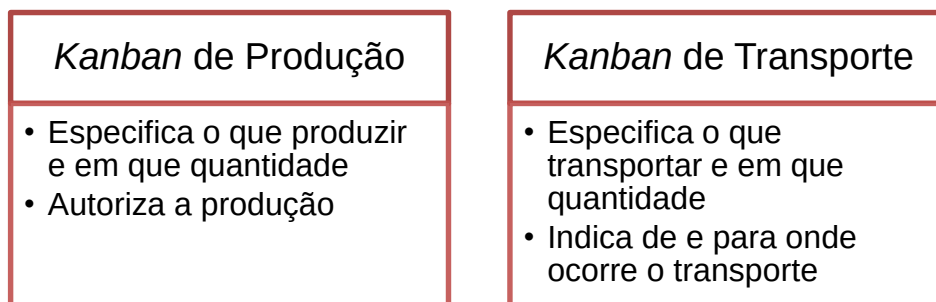


Figura 15 - *Kanban* de Produção vs. *Kanban* de Transporte.

De entre os diversos benefícios do sistema *kanban* é de referir que este promove a eliminação da sobreprodução, o aumento da visibilidade, a facilidade de comunicação entre postos, a facilidade de adaptação à procura, entre outros (Pinto, 2009).

## 2.6 Benefícios e Obstáculos à Implementação da filosofia *Lean Production*

Atualmente, a filosofia *Lean Production* tem vindo a ser adotada por todo o tipo de organizações, sendo moldada para que seja tirado o melhor partido dos seus benefícios.

Tendo surgido como estratégia para a eliminação de desperdício e melhoria do desempenho das organizações, Melton (2005) enumera a redução de inventário, a redução de prazos de entrega, a redução do retrabalho, o aumento da compreensão do processo e redução dos custos como as principais vantagens associadas à filosofia.

Bhasin & Burcher (2006) referem como outras vantagens a redução de defeitos, aumento da produtividade, aumento da competitividade e melhorias na qualidade e nas relações com os clientes. Os autores defendem ainda que com a implementação da filosofia *Lean* é possível alcançar reduções de cerca de 90% em lead time do produto, em inventários e em custos da qualidade, bem como proporciona um aumento de até 50% na produtividade.

Pinto (2009) sumariza os benefícios seguintes: crescimento anual do negócio superior a 30%; aumento entre 20 a 30% da produtividade; reduções superiores a 80% dos *stocks*; aumento do nível de serviço entre 80 a 90%; aumento da qualidade com redução de 90% dos defeitos; redução do *lead time* que pode ir dos 70% aos 90 %; redução de até 40% do espaço de trabalho utilizado. Para além destas vantagens, o autor menciona que a filosofia *Lean* promove o envolvimento das pessoas, causando o aumento da motivação, e permite a melhoria da capacidade de resposta das organizações.

A implementação desta filosofia alternativa apresenta como principal entrave as pessoas. Melton (2005) refere-se à resistência natural à mudança, manifestando-se através do ceticismo relativamente aos resultados da filosofia e falta de disponibilidade (tempo) para a mudança. Acrescenta ainda a cultura de produção e cultura funcional como obstáculos para a aceitação do *Lean Production*.

Numa outra perspetiva, Abdulmalek & Rajgopal (2007) argumentam que o *Lean Production* ainda não foi completamente aceite para aplicação em contextos de produção em massa, uma vez que as organizações deste tipo apresentam uma eficiência aceitável, não estando por isso dispostas a aceitar a mudança.



### 3. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

No presente capítulo é apresentada a empresa alvo de estudo – a *IKEA Industry, Portugal*. Faz-se uma apresentação do grupo *IKEA Industry* na qual se insere a empresa, descrevendo a filosofia do mesmo, bem como uma descrição da sua cadeia de valor, do mercado em que se insere e do seu sistema produtivo.

#### 3.1 Identificação da Empresa

A empresa *IKEA Industry Portugal* é uma produtora de mobiliário e componentes para a marca *IKEA*, cujo material principal é a madeira, e encontra-se localizada em Paços de Ferreira, distrito do Porto, tendo as suas instalações cerca de 130 000m<sup>2</sup> e onde colaboram, atualmente, cerca de 1500 pessoas (Figura 16).



Figura 16 - Instalações *IKEA Industry Portugal*.

A *IKEA Industry* está operacional desde Outubro de 2007, tendo atuado até Agosto de 2013 sob o nome de *Swedwood Portugal*, e compreende dois sectores de negócio divididos fisicamente por duas fábricas: *Board On Frame (BOF)* e *Pigment Furniture Factory (PFF)*. As

instalações compreendem também o *Warehouse* onde são armazenados os produtos de todo o *site* (Figura 16).

O presente trabalho abordará a fábrica do sector BOF que pode ser dividida nos fluxos *Foil* e *Laquer&Print* (L&P).

### 3.2 *IKEA Industry* e Grupo *IKEA*

A marca *IKEA* foi criada por Ingvar Kamprad em 1943. O nome da marca resulta da combinação das iniciais do fundador – IK – com as iniciais do nome da aldeia e da quinta onde Ingvar cresceu: Elmtrayd e Agunnaryd (EA). O Grupo *IKEA* é gerido por uma fundação sediada na Holanda desde 1982 sendo que os lucros obtidos por este só podem ter três finalidades, isto é, serem reinvestidos, aplicados a projetos solidários da *IKEA Foundation* ou ficarem na reserva financeira do grupo para serem aplicados em investimentos futuros.

Em 1991 é criado o grupo *Swedwood* em Ängelholm na Suécia. Este grupo surge com a necessidade de responder à falta de capacidade do *IKEA* responder aos pedidos dos clientes. Assim, o propósito do grupo *Swedwood* é garantir a capacidade de produção de mobiliário de madeira para a marca *IKEA*.

As empresas que compõem o grupo *IKEA* são propriedade da *Stiching INGKA Foundation* e resultam da fusão do grupo *Swedwood*, *Swedspan* e *IKEA Industry Investment & Development*. Como resultado desta fusão o grupo *IKEA* gere toda a cadeia de valor, compreendendo todas as etapas presentes na mesma, desde a conceção do produto, produção, compras, distribuição e retalho.

Anualmente o grupo *IKEA Industry* possui 44 unidades produtivas as quais contam com 20100 colaboradores *IKEA*.

#### 3.2.1 Visão e valores *IKEA*

A visão da *IKEA* passa por “Criar um melhor dia a dia para a maioria das pessoas” através de um conceito de negócio que consiste em “oferecer uma vasta gama de produtos funcionais e com um bom design a preços tão baixos que a maioria das pessoas pode comprá-los”. O objetivo da *IKEA* é oferecer a melhor qualidade possível ao preço mais baixo.

Assim, a *IKEA Industry* assume quatro valores que a fundamentam, sendo eles as pessoas, a simplicidade, o baixo custo e o empreendedorismo. Relativamente às pessoas salientam o facto de acreditarem nas mesmas, incentivando o espírito de união e o entusiasmo pois acreditam que como uma equipa é possível evoluir e que os bons resultados são alcançados através do contributo de cada pessoa na organização. A simplicidade caracteriza a forma de abordar as diferentes situações para encontrar a melhor solução, o ambiente de trabalho e a acessibilidade que existe dentro da empresa para resolver problemas e para questionar o estado atual e promover a melhoria. No que toca ao baixo custo, a *IKEA Industry* reconhece a necessidade de produzir com qualidade ao menor custo possível para proporcionar ao cliente final aquilo que ele procura a um baixo preço. Finalmente, o empreendedorismo resulta da possibilidade que existe na *IKEA Industry* para receber novas ideias e assim estar constantemente a inovar.

### 3.2.2 Cadeia de valor da organização

Uma das estratégias da *IKEA* para fazer face à competitividade no mercado de mobiliário passa por controlar toda a cadeia de valor desde a obtenção da matéria-prima, processamento da mesma e entrega do produto ao cliente final (Figura 17).

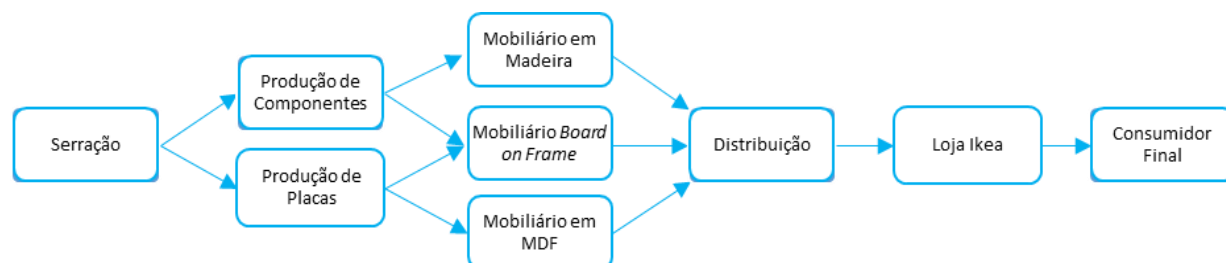


Figura 17- Cadeia de valor da *IKEA Industry*.

Como referido no início deste capítulo, a *IKEA Industry* Portugal compreende dois sectores de negócio alocados cada um a uma fábrica. O sector *Flat Line* dedica-se à produção de componentes de mobiliário em madeira maciça, sendo usada como matéria-prima a melamina. O sector *Board on Frame* (BOF) está orientado para a produção de produtos de mobiliário cuja principal característica é possuírem uma estrutura bastante leve e ao mesmo tempo resistente, sendo para isso utilizados como matérias-primas o aglomerado, *honeycomb*, HDF e orla plástica.

### 3.2.3 *Lean&Quality*

A *IKEA Industry* implementou uma filosofia de produção baseada na filosofia *Lean* e denominada de *Lean&Quality*. Esta é uma filosofia de melhoria contínua que assenta nos valores *IKEA*, mencionados no subcapítulo anterior, e pretende o alcance de melhorias para além da melhoria da produtividade. A metodologia usada rege-se essencialmente pela melhoria contínua e normalização do método produtivo conseguido pelo envolvimento das pessoas numa cultura muito forte do trabalho em equipa.

Assim, a aplicação deste modelo é feita em cinco etapas, permitindo cada uma delas o alcance de um determinado objetivo (Qualidade, Fiabilidade, Eficiência e Flexibilidade), como ilustrado na Figura 18.

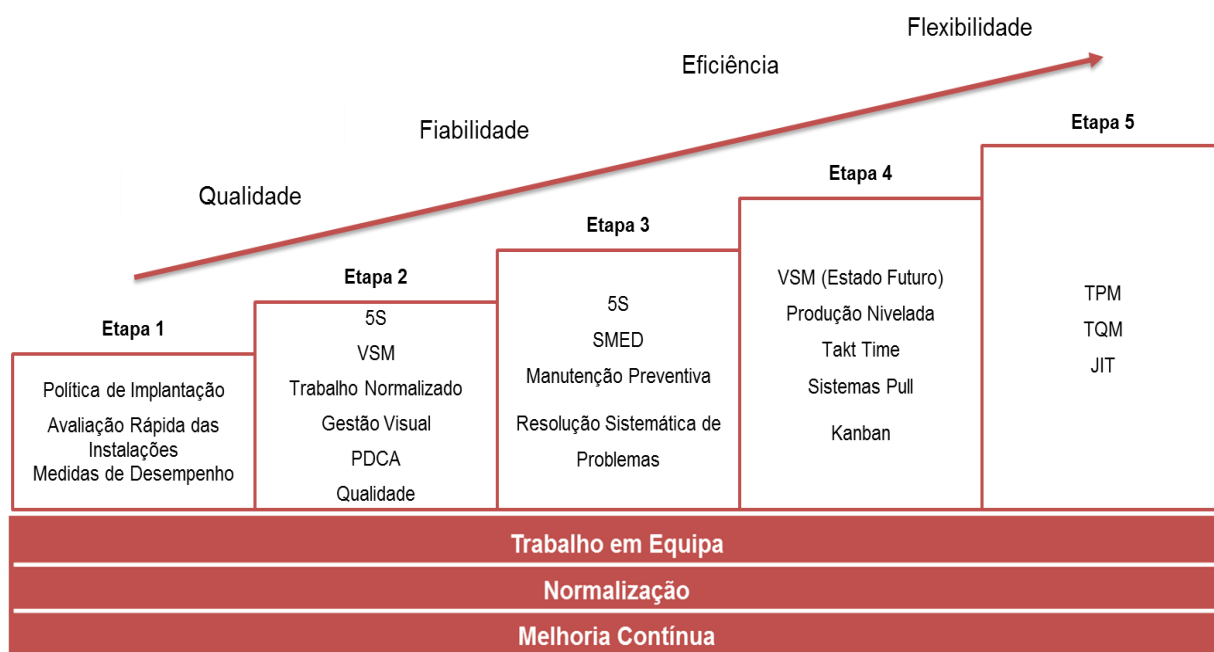


Figura 18 - Etapas para implementação do modelo *Lean&Quality*.

Segundo a metodologia, a primeira etapa é definida pela análise na perspetiva do que o cliente pretende recorrendo por exemplo à política de implantação, análise rápida das instalações e medidas de desempenho. Na transição da primeira etapa para a segunda é possível alcançar a Qualidade.

Na segunda etapa, de modo a realizar uma análise do processo, são usadas as ferramentas 5S, o VSM, o trabalho normalizado, a gestão visual, a metodologia PDCA e a qualidade. A passagem para etapa três permite alcançar a Fiabilidade.

Na terceira etapa recorre-se às ferramentas SMED, manutenção preventiva e resolução sistemática de problemas no sentido de simplificar e estabilizar o processo e assim alcançar a eficiência na passagem para a etapa seguinte.

Na etapa quatro está prevista a conversão do modelo *push* (produção empurrada) em modelo *pull* (produção puxada), passando a produção a ser despoletada pelos pedidos do cliente, e recorrendo-se para tal ao VSM, produção nivelada, *takt time*, sistema *pull* e *kanban*.

A última etapa pretende a redução dos desperdícios inerentes ao processo através da aplicação do TPM, TQM e JIT.

#### 3.2.4 Indicadores de desempenho

Como *inputs* para análise do seu desempenho a IKEA *Industry* Portugal definiu um grupo de indicadores que têm natureza financeira e não financeira. Além disso, faz parte do dia-a-dia da empresa analisar o resultado dos vários indicadores no sentido de tomar medidas corretivas quando estes se encontram fora dos objetivos pretendidos, e definir objetivos futuros, seja numa base temporal mensal ou anual. Deste grupo de medidas de desempenho e como medidas financeiras identificam-se o valor de produção, custos (matérias-primas e mão de obra direta) e desvios de inventário, e como medidas de cariz não financeiro, o absentismo, as avarias, a sucata, o retrabalho e as horas-extra. A empresa reconhece o efeito que as medidas não financeiras provocam nas financeiras, e por isso atribui maior importância às primeiras no bom desempenho da organização, considerando apenas para a análise uma medida financeira – valor de produção.

Deste conjunto de medidas apresentado a empresa considera como o principal indicador de desempenho a eficiência. Assim, dentro da organização a eficiência é definida pelo produto entre a disponibilidade e a performance. A disponibilidade é definida pelo quociente entre o número de horas de produção e o número de horas disponíveis de produção. Por sua vez, a performance corresponde ao quociente da produção real pelo volume de produção previsto. O valor dos restantes indicadores resulta do quociente entre *output* real e o *output* previsto para aquele período de tempo.

A IKEA faz a avaliação do estado global da empresa pela análise dos indicadores de cada área do sector. Este tipo de abordagem permite ter acesso a um cenário mais realista e perceber quais as causas para a variação do desempenho global. Posto isto, cabe aos responsáveis de cada área

fazer a recolha dos dados do desempenho mensal e fazerem uma análise para definir estratégias que levem à melhoria desse desempenho. Na empresa o seguimento do desempenho de cada área é feito em conjunto, isto é, todos os responsáveis reúnem com o diretor da fábrica do sector fazendo assim a análise área a área e utilizando o intercâmbio de ideias para definir ações a implementar para a melhoria dos indicadores e, conseqüentemente, do desempenho global da fábrica.

### 3.3 Fluxos do sector BOF

Como foi referido no início deste capítulo, o presente trabalho foi desenvolvido na fábrica BOF. Esta fábrica engloba dois tipos de fluxo produtivo que diferem pelo tipo de materiais utilizados nos componentes de mobiliário e, por isso, no tipo de processamento dos mesmos: fluxo *Foil* e fluxo *Laquer&Print*.

O fluxo *Foil* produz um tipo de elemento denominado *Board on Style* (BOS). Estes elementos são painéis com ripas laterais e em alguns casos interiores, entre as quais é introduzido um papel espesso e robusto em forma de favo de mel (*honeycomb*) e cujo acabamento é feito através da aplicação de uma folha (*foil*) em volta do mesmo.

Na *Laquer&Print* são processados elementos BOF os quais se assemelham a uma “sandwich” preenchida, à semelhança dos produtos *foil*, com *honeycomb*, diferindo no entanto na estrutura, já que estes componentes possuem uma estrutura retangular fechada – *frame* - e no tipo de acabamento que têm: estes produtos sofrem um processo de pintura e envernizamento (Figura 19).



Figura 19 - Mesa *Lack* 55x55 com tampo BOF.

Além de produtos BOF, são ainda processados alguns componentes de melamina, um material que apresenta maior densidade do que os materiais utilizados em *foil* e BOF e que só passa numa das fases do fluxo.

### 3.3.1 Gama de produtos *Laquer&Print*

Os produtos L&P são portanto produtos tipo “*sandwich*” e correspondem a componentes de mobiliário de sala, escritório ou quarto (estantes, mesas de escritório, camas e estantes).

Estes produtos variam de acordo com a gama na cor, sendo que nesta fábrica são produzidos (pintados) nas cores *White*, *Black Brown*, *Birch* e *Green*, espessura, largura, comprimento e cor de orla aplicada (mesmo conjunto de cores). A melamina, que é processada numa das áreas do fluxo L&P, varia nas mesmas características que os produtos BOF, possuindo, no entanto, um conjunto de cores diferente: *Blue*, *Pink* e *Orange*.

No Anexo I encontra-se toda a gama de produtos que são atualmente processados no fluxo L&P. A L&P compreende cinco famílias de produtos: *Lack*, *Micke*, *Lapland*, *Kallax* e *Sinnerlig*. Na Figura 20 encontram-se ilustrados alguns exemplos destas famílias de produtos.



Figura 20 - Exemplos das famílias de produtos BOF.

Contudo, a fábrica IKEA não produz todos os componentes que compõem o móvel que é disponibilizado nas lojas ao consumidor final. Na Figura 21 estão identificados todos os componentes BOF produzidos.

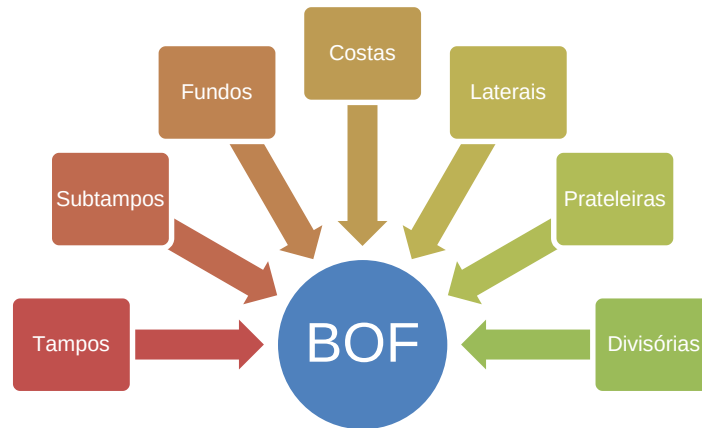


Figura 21 - Componentes dos produtos BOF.

Na última etapa do processo, no caso o embalamento, estes componentes são reunidos com os restantes (pernas, partes metálicas, entre outros), fornecidos externamente, e embalados para serem expedidos diretamente para as lojas.

### 3.3.2 Fluxo de materiais e *layout* da *Laquer&Print*

O diagrama SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output e Customers*) representado na Figura 22 permite uma melhor perceção do fluxo de materiais ao longo da cadeia de valor entre os fornecedores, processo e os clientes.

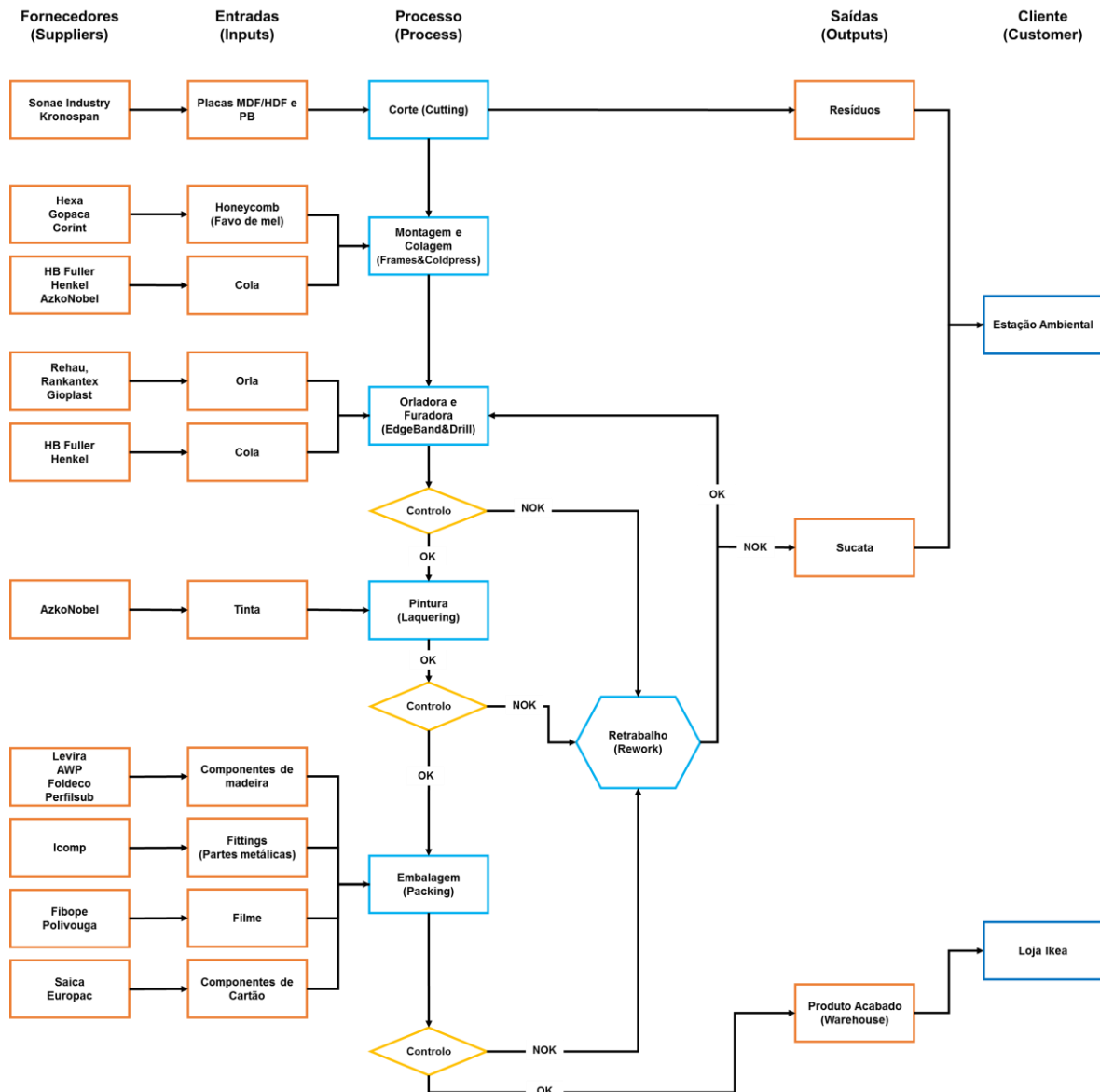


Figura 22 - SIPOC *Laquer&Print*.

O sistema produtivo está configurado em linhas de produção dedicadas a lotes de componentes, existindo *buffers* de semiproduto entre cada área de produção. Este tipo de configuração é possível uma vez que todos os componentes têm o mesmo processamento, sendo apenas necessária a realização de alguns ajustes nas linhas quando ocorre troca de referência do produto. A decisão da empresa em adotar linhas de produção deve-se a não ser requerida flexibilidade das linhas e de haver produção em grandes lotes.

A Figura 23 representa o *layout* da fábrica *Laquer&Print* que é constituído por cinco áreas de produção distintas: *Cutting*, *Frames&Coldpress*, *Edgeband&Drill*, *Laquering* e *Packing*.



Figura 23 - Layout geral da fábrica *Laquer&Print*.

### 3.3.3 Cutting

A área *Cutting* corresponde à primeira etapa do sistema produtivo e é a área responsável pelo corte da madeira de forma a obter-se placas de HDF (*high density fiber*), MDF (*medium density fiber*), Aglomerado e Melamina, fornecendo material para os dois fluxos da fábrica (*L&P* e *Foil*). O corte das placas é realizado com recurso a um programa de otimização permitindo a obtenção das placas com as dimensões especificadas e por isso minimizando o desperdício. Os diferentes tipos de material estão associados a fluxos diferentes, sendo que os produtos de MDF e aglomerado são enviados à área de *Frames*, o HDF à área de *Coldpress* (CP) e a melamina à área *Edgeband&Drill*.

No processo de corte há a necessidade de controlar determinados parâmetros, nomeadamente o tipo de serra utilizada, o seu desgaste e a velocidade de corte, a espessura e tolerância das peças e o paralelismo do corte.

### 3.3.4 Frames&Coldpress

A montagem da estrutura dos produtos BOF é realizada na área *Frames&Coldpress*, a qual conta com cerca de 200 operadores.

O processo inicia-se nesta área pelo corte de ripas de MDF ou aglomerado fornecidos pela área *Cutting* em ripas de dimensões específicas e em cubos (Secção de Corte). O passo seguinte

consiste na montagem da estrutura, fazendo a união das ripas e cubos através da colagem dos componentes (Secção *Frames*).

A estrutura montada é posteriormente preenchida com papel “favo de abelha” (*honeycomb*) e são-lhe depois coladas duas placas de HDF, sendo a peça por fim prensada entre 8 a 12 minutos para garantir a colagem (secção CP).

Na área *Frames&Coldpress* os principais parâmetros a controlar são a esquadria do painel, a humidade, espessura e altura do *honeycomb* e o tempo de prensagem.

### 3.3.5 *Edgeband&Drill*

A área *Edgeband&Drill* é constituída por 3 linhas de produção onde operam 70 operadores. Esta área é responsável pela aplicação de orla com a cor pretendida e furação das peças BOF fornecidas pela área *Frames&Coldpress*. Para além do processamento dos elementos BOF, é realizada na área a aplicação de orla e furação em peças de melamina fornecidas diretamente pelo *Cutting*. Devido a este facto uma das linhas da área está inteiramente dedicada ao processamento de peças em melamina, enquanto que as restantes 2 linhas se dedicam exclusivamente à orlagem e furação de elementos BOF.

No processo há necessidade de controlo da altura da orla e a furação correta.

### 3.3.6 *Laquering*

A área do *Laquering* compreende 3 linhas de pintura para os elementos BOF operadas por 59 operadores. Os produtos de melamina não passam pelo processo de pintura uma vez que são já fornecidos com a cor pretendida.

Por ser a área que antecede o embalamento dos produtos, é realizada no final de cada linha a inspeção visual para controlo de qualidade das peças.

Uma vez que a pintura é uma etapa crítica do processo são controlados os seguintes parâmetros: humidade, temperatura, gramagem de tinta aplicada nos painéis, tempo de cura, brilho dos elementos e uniformidade da pintura.

### 3.3.7 *Packing*

No *Packing* procede-se ao embalamento dos componentes de cada produto em caixas de cartão. A área é constituída por 3 linhas de embalamento, sendo que 2 se destinam ao embalamento de produtos *Foil* em cartão, enquanto que a outra está dedicada ao embalamento de produtos *Laquer&Print* em plástico, seguindo as especificações técnicas IKEA.

Assim, os diferentes componentes do produto (tampos, subtampos, laterais, etc) são colocados nas caixas de cartão juntamente com os *fittings* (ferramentas e ferragens para realizar a montagem do móvel) e as instruções de montagem.

No caso do *Packing* a sequência de operações, ou seja, a ordem pela qual os componentes são colocados na caixa, e a correta identificação dos produtos embalados são os aspetos que têm que ser alvo de controlo.

### 3.3.8 *Warehouse*

Apesar de não fazer diretamente parte do processo produtivo, o *Warehouse* é o local onde todos os produtos embalados da fábrica BOF são armazenados e posteriormente, expedidos para o cliente final, as lojas IKEA.

Nesta área é importante fazer um correto controlo de inventário e otimizar o espaço de armazenamento de forma a evitar ordens de produção desnecessárias.

#### 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO ESTADO ATUAL DO SISTEMA

Ao longo do presente capítulo será descrita de forma detalhada a área de produção que foi alvo de estudo, ou seja, a área *Frames&Coldpress* (F&CP). Além dessa descrição do sistema produtivo, são ainda identificados os problemas existentes na área recorrendo a ferramentas para o efeito, como é o caso do VSM. Na subárea *Frames* a análise focou-se na secção de corte e na subárea *Coldpress* focou-se na secção de montagem BOF.

#### 4.1 Descrição geral da área *Frames&Coldpress*

Como referido no subcapítulo 3.3.4, a área F&CP é a responsável pela montagem do elemento BOF. Esta área pode ser dividida em duas subáreas, nomeadamente *Frames* e *Coldpress* (CP) (Figura 24), separadas por um *buffer* de semiproduto.

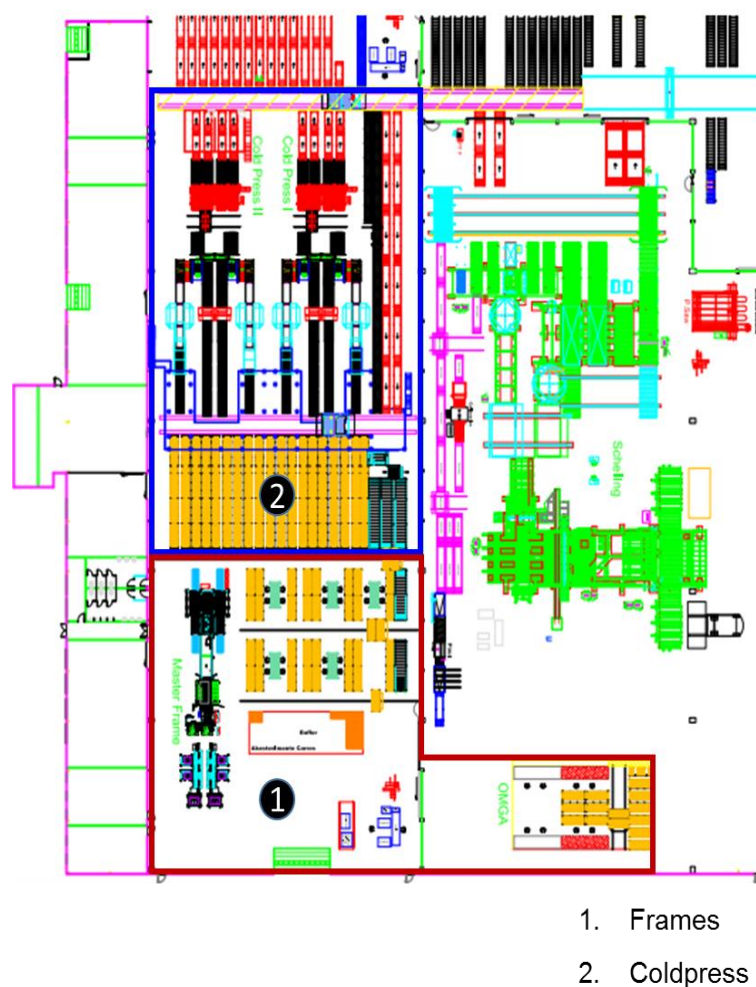


Figura 24 - Subáreas *Frames* e *Coldpress*.

A subárea *Frames* está ainda dividida em duas secções, nomeadamente a secção de corte e montagem de *frames*. Na secção de montagem de *frames* existem dois tipos de processo produtivo – manual e automático. A CP é constituída por 4 linhas de produção.

Todos os elementos BOF passam pela área em questão, sendo no total produzidas 36 referências. Estas referências pertencem às gamas *Lack*, *Micke*, *Kallax*, *Lappland* e *Sinnerlig*. Todas as referências possuem estrutura retangular tendo como variantes a dimensão do produto, espessura, estrutura interna e matérias-primas utilizadas, implicando por isso diferenças no tempo de processamento das peças consoante a referência.

O elemento BOF é constituído por um *frame* (estrutura) com enchimento de *honeycomb* entre duas placas de HDF. Existem, contudo, algumas referências cuja constituição não contem *honeycomb*.

O *frame* é formado por um conjunto de ripas e cubos de madeira onde é aplicada cola para formar a estrutura pretendida. Estes elementos (ripas e cubos) podem ser de quatro tipos de madeira diferentes: aglomerado (*particalboard*), MDF (*medium density fiberboard*), pinho e contraplacado.

A cola utilizada para a união da estrutura difere de acordo com o tipo de processo de montagem da mesma, uma vez que, na montagem manual é usada a cola quente de bastão e no caso da montagem automática é usada a cola quente em granulado, tendo ambas as colas as importantes características de secagem rápida e grande resistência.

O uso de *honeycomb* para preencher a estrutura permite que o produto final seja económico e de peso bastante reduzido, sem perder a resistência pretendida numa peça de mobiliário. De acordo com a referência de produto, o *honeycomb* varia em espessura e abertura dos alvéolos.

Finalmente, o produto BOF recebe duas placas de HDF (*high density fiberboard*) onde é aplicada cola PVAC (cola branca) numa das faces de cada placa, para que estas sejam depois coladas à estrutura de madeira e ao *honeycomb*. O HDF usado tem espessura de 3mm e é o material indicado para o tipo de acabamento dos produtos BOF (pintura).

No que respeita à cola PVAC, esta apresenta grande aderência aos materiais e resistência mecânica, aliada ao baixo custo de aquisição.

#### 4.1.1 Mão-de-obra

Na área F&CP operam 3 equipas de operadores – A, B e C – em diferentes turnos de 8h, sendo estes rotativos com frequência semanal. Cada equipa é constituída por cerca de 64 operadores que estão divididos pelas diferentes secções da área: corte, montagem *frames* e montagem BOF.

Cada grupo integrado nas secções é liderado por um operador, o *Teamleader*, que é o operador com mais experiência no processo realizado na secção e que tem como função coordenar os colaboradores, garantindo que os objetivos do turno são alcançados e trabalhando em conjunto com estes na resolução de problemas que surgem ao longo do período de produção. O *teamleader* é ainda a ponte de comunicação entre os colaboradores e o *Foreman*, o responsável de área e o responsável de processo.

Os colaboradores da equipa recebem constantemente formação para que mantenham os conhecimentos necessários para operarem num determinado posto de trabalho e que, de forma progressiva, atinjam um nível de polivalência que permita a flexibilidade dos mesmos entre os diferentes postos da área.

#### 4.1.2 Descrição do sistema produtivo

O processo F&CP compreende 3 etapas de produção, como ilustrado na Figura 25.



Figura 25 - Etapas de produção F&CP.

As 3 etapas do processo compreendem operações maioritariamente manuais, sendo que em todas elas existem diversos equipamentos que auxiliam os colaboradores. Na Tabela 1 apresentam-se para cada etapa do processo os postos e equipamentos associados.

Tabela 1- Postos e equipamentos F&CP.

| Etapa                  | Nome do posto                | Equipamentos                                                                                | Número de equipamentos |
|------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Corte                  | Impulsor Serras              | Carro transportador manual<br>Porta-paletes elétrico<br>Porta-paletes                       | 1<br>2<br>2            |
|                        | Operador Serras              | Mesa elevatória<br>Esquartejadora<br>Plataforma suporte elevatória                          | 2<br>2<br>2            |
|                        | Operador de Furação          | Furadora                                                                                    | 2                      |
|                        | Operador de Fresagem         | Fresadora                                                                                   | 1                      |
|                        | Operador de Calibração       | Calibradora                                                                                 | 1                      |
|                        | Teamleader Serras            | -                                                                                           | -                      |
| Montagem <i>Frames</i> | Abastecedor de cubos/ripas   | Carro de ripas<br>Carro de cubos                                                            | 58<br>58               |
|                        | Operador Montagem Manual     | Tabuleiros de montagem                                                                      | 14                     |
|                        | Operador Montagem Automática | Máquina de montagem<br>Porta-paletes                                                        | 1                      |
|                        | Impulsor <i>Frames</i>       | Carro transportador manual                                                                  | 1                      |
|                        | Teamleader <i>Frames</i>     | -                                                                                           | -                      |
| Montagem BOF           | Operador de Entrada          | Carro transportador semiautomático                                                          | 1                      |
|                        | Operador Montagem Favo       | Mesa elevatória<br>Tapete transportador                                                     | 4<br>4                 |
|                        | Operador Teste Favo/Cola     | Carro transportador manual<br>Elevador<br>Máquina expansora de papel<br>Balança de precisão | 2<br>1<br>5            |
|                        | Operador Máquina de Cola     | Mesa elevatória<br>Máquina aplicadora de cola<br>Tapete transportador automático            | 4<br>4<br>4            |
|                        | Operador Montagem BOF        | Mesa elevatória                                                                             | 4                      |
|                        | Operador Prensa              | Carro de transferência<br>Prensas                                                           | 2<br>2                 |
|                        | Operador de Saída            | Carro transportador semiautomático                                                          | 1                      |
|                        | Teamleader <i>Coldpress</i>  | -                                                                                           | -                      |

Nos seguintes subcapítulos serão descritas com maior detalhe as operações efetuadas ao longo do sistema que se caracteriza essencialmente por ter um elevado *Work In Process* (WIP). Este

facto deve-se sobretudo à rapidez da realização das tarefas que leva à necessidade de criação de *stocks* intermédios de forma a manter a capacidade de resposta do sistema. Ao longo do processo a velocidade vai aumentando, existindo maior disparidade entre a realização da montagem dos *frames* e BOF. Na Figura 26 está representado o gráfico de análise de processo respeitante à área F&CP.

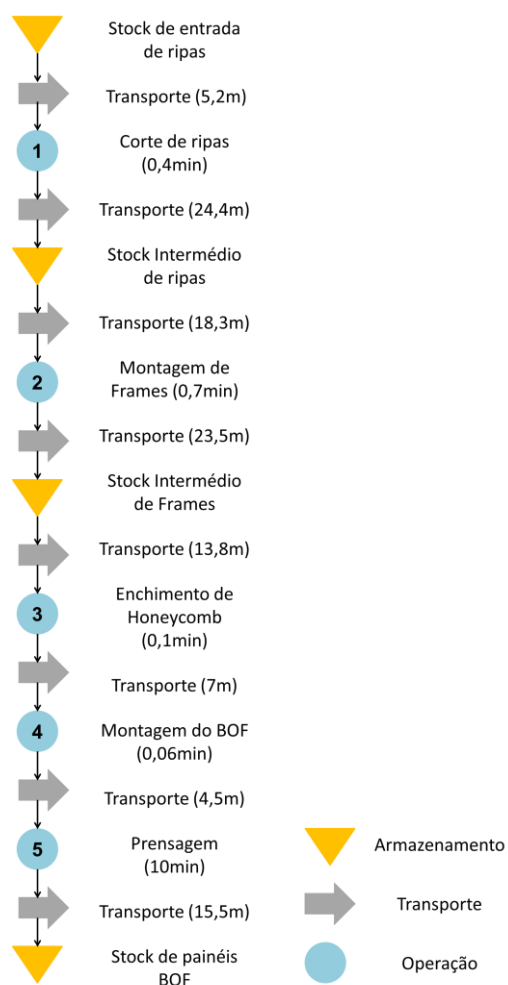


Figura 26 - Representação do Diagrama de Processo *Frames&Coldpress*.

#### 4.1.2.1 Corte

A etapa do corte inicia-se com a receção de material processado na área *Cutting*. Este material corresponde a ripas de diferentes espessuras e larguras, com comprimento a variar entre os 1295 e 2995, que são processadas na etapa do corte de forma a serem obtidas ripas e cubos com a medida pretendida para cada referência de *frame*.

O material proveniente do *Cutting* vem paletizado em *baseboards*, cintado e envolvido em película para não comprometer a qualidade da madeira. O abastecimento dessas paletes de ripas é realizado por operadores do *Cutting*, que recorrem a empilhadores para colocar o material em cima de linhas de rolos na secção de corte da F&CP.

O material é processado em duas esquartejadoras semiautomáticas (Figura 27), operadas por dois colaboradores, estando um encarregue de abastecer o equipamento e outro responsável pela remoção do material processado.



Figura 27 - Esquartejadora para corte de material.

O material processado nas esquartejadoras pode ser paletizado de 5 formas diferentes consoante o tipo de processamento e de destino que terá nas etapas seguintes: paletização de ripas em *baseboard* para montagem manual; paletização de cubos em cestos para montagem manual; paletização de ripas em *baseboard* e cubos em cestos para montagem manual; paletização de ripas em *baseboard* para montagem automática; paletização de cubos em *baseboard* para montagem automática.

Após o processamento nas esquartejadoras existem algumas referências de ripas que necessitam de ser fresadas ou furadas para posteriormente serem aplicadas ferragens metálicas. Este tipo de aplicação é feita para móveis que são fixados à parede. O processo de furação realizado na F&CP é diferente do tipo de furação da área *Edgeband&Drill* (EB&D). Para este tipo de processamento existem na área duas furadoras e uma fresadora, respetivamente.

Existe ainda um último equipamento de corte que é utilizado no corte de amostras para testes de qualidade – calibradora.

O material processado na secção de corte é abastecido à secção de montagem *frames* com recurso a *stackers* ou porta paletes (no caso das *baseboards*) ou transportado em carrinhos, manualmente, pelos operadores, quando se trata do transporte dos cestos de cubos, para um *buffer* de material cortado.

#### 4.1.2.2 Montagem Frame

A etapa Montagem *Frame* consiste na construção da estrutura base do elemento BOF constituída por ripas e cubos – o *frame*. Esta montagem pode ser realizada, como já mencionado, de forma manual ou automática.

No caso da montagem manual, esta é realizada em tabuleiros de montagem (Figura 28) operando 2 colaboradores em cada um deles. O tabuleiro pode ser preparado para montagem de 2 *frames* em simultâneo (cada operador constrói um *frame*) ou apenas 1, dependendo da referência em questão. Esta última situação acontece no caso dos *frames* com comprimento superior a 1200 milímetros, pois devido às grandes dimensões, e peso da estrutura, não se reúnem condições para que apenas um operador proceda à montagem.



Figura 28 - Montagem manual de *frames*.

Os elementos para a construção de *frames* são abastecidos por operadores responsáveis pelo *buffer* entre o corte e a secção de montagem.

As ripas encontram-se armazenadas em paletes, identificadas por uma etiqueta com a referência da ripa e a quantidade constante na paleta, tendo o operador de abastecimento que carregar um carro para abastecimento de tabuleiros com todos os elementos deste tipo necessários para a construção da referência do *frame* (Figura 29).



Figura 29 - Carro para abastecimento de ripas.

Da mesma forma que cada paleta é identificada com uma etiqueta, o carro de abastecimento de ripas possui também um suporte onde o operador tem que colocar uma etiqueta, identificando qual a referência de *frame* para o qual aquele material se destina.

No caso dos cubos, estes já se encontram no *buffer* armazenados num carrinho com 10 cestos e devidamente identificados (Figura 30).



Figura 30 - Carros para abastecimento de cubos.

O material que se encontra no *buffer* pode ou não estar isolado com película, dependendo do tempo que o material ficará lá armazenado e do tipo de material, com o objetivo de proteger a madeira das variações de temperatura e humidade ambientes.

Os carrinhos de cubos e ripas são transportados pelos operadores de abastecimento do *buffer* para cada um dos tabuleiros.

Estando o material disponível no posto de montagem, os operadores procedem à montagem da estrutura no tabuleiro (Figura 28), colando os elementos (ripas e cubos) entre si de acordo com o desenho técnico do produto. Esta colagem é feita com recurso a uma pistola de cola quente, abastecida com cola em bastão.

A quantidade de *frames* montada em simultâneo pode variar entre 2 e 3 unidades, de acordo com a referência. Dependendo da referência, em cada tabuleiro os dois operadores podem trabalhar em simultâneo na mesma estrutura, ou trabalhar separadamente.

Após a montagem da estrutura os *frames* são retirados do tabuleiro e paletizados numa *baseboard* que se encontra colocada numa linha de rolos. Em cada *baseboard* podem seguir 1 ou 2 lotes de 28, 35, 38 ou 40 *frames*, dependendo novamente da referência em causa, uma vez que é necessário controlar a altura do lote por questões de processamento em etapas posteriores.

As *baseboards* são retiradas das linhas de rolos por um operador, com recurso a um carro manual de transferência. Passando a *baseboard* para o carro, esta é colocada nas linhas que constituem o *buffer* existente entre a subárea *Frames* e a subárea CP. A necessidade de

existência deste *buffer* deve-se ao facto do processamento da etapa Montagem BOF ser mais rápida que a Montagem *Frame*, sendo necessária a criação de *stock* de semiproduto para que não ocorram paragens por falta de material na *Coldpress*.

Relativamente à montagem automática do *frame*, esta é realizada numa máquina operada por 2 colaboradores e que são responsáveis essencialmente por fazer o abastecimento dos elementos para construção – ripas, cubos e cola – e por fazerem o controlo visual do *output*.

A máquina pode ser subdividida em 3, sendo que a primeira parte – secção 1 - se destina à colagem de cubos nas ripas.

O material abastecido nesta secção da máquina vem paletizado de uma forma específica, estando definida uma medida de *baseboard* a utilizar para este equipamento, bem como as quantidades por largura, comprimento e altura de material a ser paletizado na mesma.

A segunda parte da máquina – secção 2 - corresponde à zona de formatação do *frame*, sendo coladas novas ripas às ripas com cubos. Assim o esquema da Figura 31 ilustra os componentes processados em cada secção da máquina.

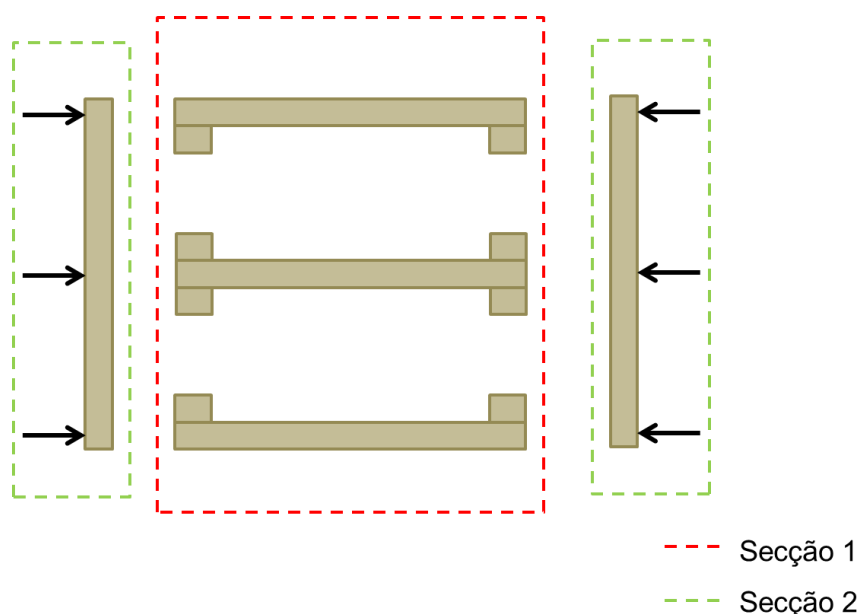


Figura 31 - Componentes resultantes da montagem automática.

As ripas com cubos são transportadas por tapetes entre as duas secções, existindo ainda um virador que pega numa das ripas e a roda 180°.

Na secção 3 da máquina existe um sistema com garfos que recolhe os *frames*, levantando-os e colocando-os numa *baseboard* abastecida lateralmente. Assim que a *baseboard* tem o número de *frames* necessários para perfazer o lote, a máquina retira a *baseboard* do seu interior automaticamente, para que o colaborador que transporta os *frames* para o *buffer* a recolha.

#### 4.1.2.3 Montagem BOF

Na etapa de Montagem BOF existem várias tarefas que permitem a construção final do elemento BOF. O processo desta etapa está distribuído por 4 linhas de produção constituídas por uma ou duas máquinas para expansão de *honeycomb*, uma máquina para aplicação de cola nas placas de HDF, um posto para introdução de *honeycomb* no interior do *frame* e, por fim, um posto onde são coladas as placas de HDF ao *frame* com *honeycomb*.

Relativamente à expansão de *honeycomb*, esta é realizada por uma máquina onde são abastecidas paletes com o papel comprimido. O *honeycomb* está inicialmente comprimido de forma a permitir grandes quantidades de material por palete e ao mesmo tempo diminuir o espaço necessário para as armazenar.

Existem 5 máquinas que executam o processo de expansão, existindo uma por linha e no caso das linhas 1 e 2 está disponível uma terceira máquina expansora. Estas máquinas encontram-se numa plataforma superior, sendo os elementos de *honeycomb* abastecidos ao posto de montagem favo através de uma rampa à saída da máquina. A este posto está alocado um colaborador que é responsável por fazer o abastecimento das paletes de *honeycomb* às máquinas de expansão. Estas paletes estão armazenadas no *buffer* que separa *Frames* e *Coldpress*, sendo utilizado um elevador para transferir as paletes para a plataforma. Assim que as paletes se encontram na plataforma, o colaborador recorre a um carro manual de transporte para fazer a transferência das paletes do elevador para cada uma das máquinas.

No momento em que a máquina expansora tem uma paleta disponível, o *honeycomb* é colocado na entrada do equipamento. Após esta introdução, o material é puxado por rolos de picotado e moldado à medida pretendida por guias metálicas, fazendo com que os alvéolos abram (Figura 32). Ainda na entrada da máquina, o *honeycomb* sofre um corte no sentido do comprimento com medida previamente definida e, assim que entra no equipamento, é submetido a altas temperaturas, conferindo a resistência e robustez ao papel e fixando a forma.



Figura 32 - Entrada de *honeycomb* na máquina expansora.

À saída sofre um novo corte no sentido da largura. Estes cortes são feitos para que o papel fique com as medidas iguais às dos espaços interiores da estrutura do *frame*. Os elementos de *honeycomb* saem da máquina para uma rampa (que funciona como *buffer* entre os dois postos) que abastece o posto de montagem favo (Figura 33).

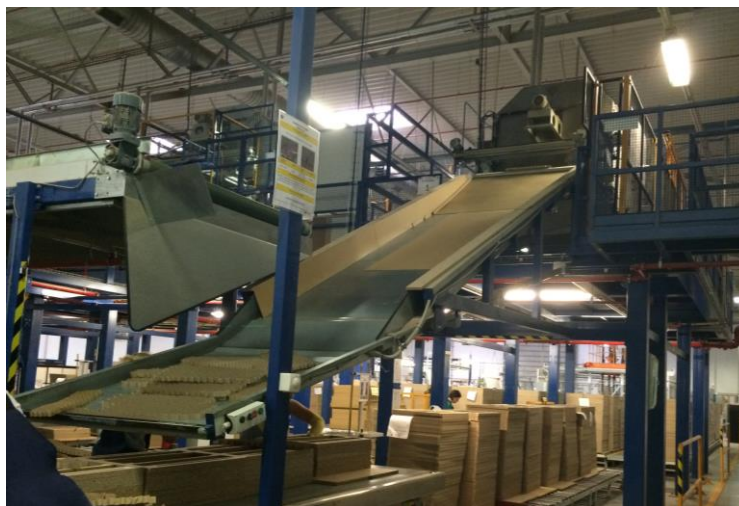


Figura 33 - *Buffer* à saída da máquina expansora.

Sempre que uma caixa de papel termina o operador terá que fazer um de dois tipos de operação: reposição de uma nova caixa da mesma referência ou *setup*. Na reposição de caixa, o operador prepara a nova caixa ainda no carro de transporte, retirando as proteções do material (películas protetoras e tampos de cartão) e expande manualmente os alvéolos na ponta do papel. De seguida, faz igualmente a expansão da ponta final do papel que está a ser processado na

máquina. Tendo feito estas tarefas, procede à colagem das pontas das duas paletes com recurso a uma pistola de cola quente (igual à utilizada na montagem manual do *frame*), unindo as duas caixas.

O colaborador que opera estes equipamentos é também responsável por fazer controlos periódicos quer à entrada, quer à saída dos mesmos, para garantir a qualidade do *honeycomb*, realizando testes de espessura e humidade ao papel. Caso estes testes tenham resultado em inconformidade com as especificações terão que ser alterados os parâmetros da máquina para repor as especificações.

Além de estar responsável por estas tarefas, o colaborador do posto de expansão de *honeycomb* efetua testes de gramagem de cola aplicada no HDF no posto máquina da cola.

A introdução do *honeycomb* no interior da estrutura do *frame* é completamente manual, sendo efetuada por 1 ou mais colaboradores. Este posto recebe os lotes de *frames* em linhas de rolos, passando depois 1 ou 2 *baseboards* para uma mesa elevatória. Esta mesa elevatória é controlada pelos colaboradores, sendo que estes a vão elevando de forma a passarem lotes de 4 ou 6 *frames* (dependendo da espessura destes) para um tapete de transporte.

Após abastecerem os *frames*, o tapete avança com os mesmos até à saída da rampa de *honeycomb* e os operadores procedem então à montagem do *honeycomb* conforme o definido no desenho técnico (Figura 34).



Figura 34 - Introdução de elementos de *honeycomb* nas estruturas de *frames*.

O posto onde ocorre a aplicação de cola é abastecido com lotes de placas de HDF, que da mesma forma que no posto de montagem favo, são colocados em linhas de rolos e posteriormente transferidos para uma mesa elevatória.

No posto, um colaborador introduz 2 placas de HDF devidamente alinhadas no interior da máquina de cola. Estas placas passam entre dois rolos impregnados de cola branca, ficando uma face de cada placa em contacto com estes e recebendo a aplicação da cola. A face com cola será a que vai ficar em contacto com o *frame* e o *honeycomb*.

Após passarem entre os rolos de cola, as placas são transportadas ao longo de um tapete de roletes até ao posto montagem BOF (Figura 35).

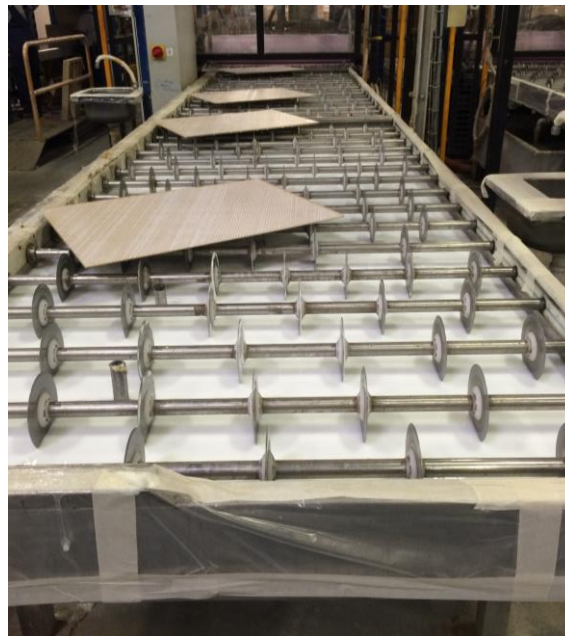


Figura 35 - Tapete de roletes para transporte de placas com cola.

Estes roletes encontram-se sobre um reservatório de água que permite que a cada rotação destes seja removidos os vestígios de cola que possa escorrer das placas. Este sistema permite que as placas sejam transportadas de forma a que haja o mínimo contacto entre os roletes e a placa inferior, evitando que a cola aplicada na mesma seja removida.

Ambos os postos montagem favo e máquina da cola são abastecidos de *frames* e placas de HDF, respetivamente, por um colaborador que opera um carro de transporte semiautomático (Figura 36). O colaborador faz a transferência dos lotes de *frames* que se encontram no *buffer* entre *Frames* e *Coldpress* para as linhas de rolos da montagem favo e transfere também lotes de

placas de HDF das linhas provenientes do *Cutting* (onde são cortadas as placas de HDF à medida) para o posto máquina de cola.

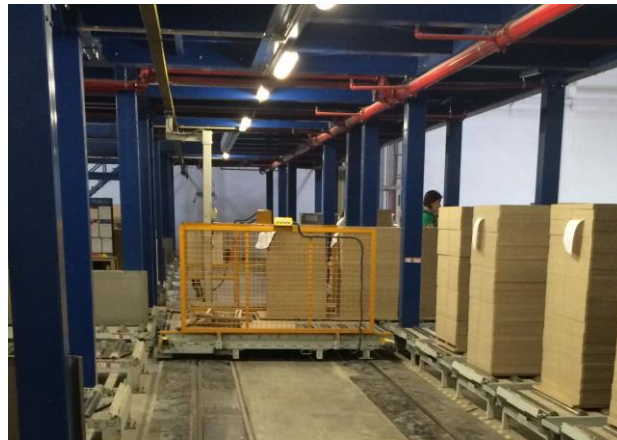


Figura 36 - Carro de abastecimento à montagem favo e máquina da cola.

Os *frames* com o *honeycomb* e as placas de HDF com cola são fornecidas para o posto de montagem do BOF. Neste posto operam 2 colaboradores que constroem a “*sandwich*”: constroem o BOF colocando entre duas placas com cola o *frame* com *honeycomb*. Este processo é realizado em cima de uma mesa elevatória (Figura 37) onde inicialmente é colocada uma *baseboard* e uma placa de HDF com cola. A partir deste ponto, são colocados *frames* alternadamente com placas de HDF até ser obtida a quantidade do lote definida para a referência.



Figura 37 - Montagem BOF.

Este processo é bastante crítico uma vez que a cola aplicada nas placas de HDF tem um tempo de abertura de 10 minutos, isto é, o tempo desde que é aplicada a cola na primeira placa utilizada para construir o lote de elementos BOF tem que ser inferior a este intervalo de tempo já que após esse período a cola começa a secar, diminuindo a aderência ao *frame/honeycomb* e

comprometendo a qualidade do produto. Assim neste espaço de tempo o lote tem que ser terminado e enviado para o posto seguinte (prensagem).

Além disso, durante a construção dos elementos BOF, os colaboradores têm que efetuar um controlo de qualidade ao nível do *honeycomb*, verificando se o papel está com a expansão correta, e ao nível das placas de HDF que não podem ter vestígios de cola na face que fica voltada para o exterior. Este último ponto é importante para evitar a colagem entre os elementos BOF paletizados na *baseboard* pois caso tal se verifique irão originar sucata quando se proceder à separação dos produtos.

Após a construção dos lotes de painéis BOF estes avançam no sistema para o processo de prensagem (Figura 38). No posto de prensagem os lotes de produto são introduzidos num equipamento com um prato que irá exercer pressão sobre os BOF para assegurar a total união entre os componentes. Assim, a prensagem tem que cumprir o critério de 1kPa por metro quadrado do produto durante um intervalo de tempo entre 8 e 12 minutos, sendo que o período mais adequado são os 10 minutos.



Figura 38 - Prensagem dos painéis BOF.

Quando o tempo de prensagem termina, a paleta sai automaticamente do interior da prensa e o colaborador alocado ao posto faz a separação entre os elementos do lote com recurso a um martelo de borracha. Após a separação dos painéis, o operador cobre o topo da paleta com um saco de forma a proteger os painéis das condições atmosféricas, evitando assim que os painéis sofram empenos devido à humidade do ar. Além disso, é colocada uma folha de identificação do produto onde consta o dia e hora em que o lote foi processado na prensa. Esta informação é

de extrema importância pois antes de sofrer as operações de processamento seguintes os painéis BOF têm que cumprir um tempo de repouso nunca inferior a 2 horas – tempo de cura. Caso seja detetado algum problema de qualidade nos produtos nas etapas seguintes do processo é verificada a informação relativa à hora de saída da prensa e à hora de entrada no processo seguinte.

As paletes prensadas são posteriormente transferidas deste posto para o *buffer* que separa a área em estudo da EB&D, permanecendo neste local até ser atingido o tempo de cura. A transferência é efetuada por um colaborador com recurso a um carro semiautomático, apresentado na Figura 39.

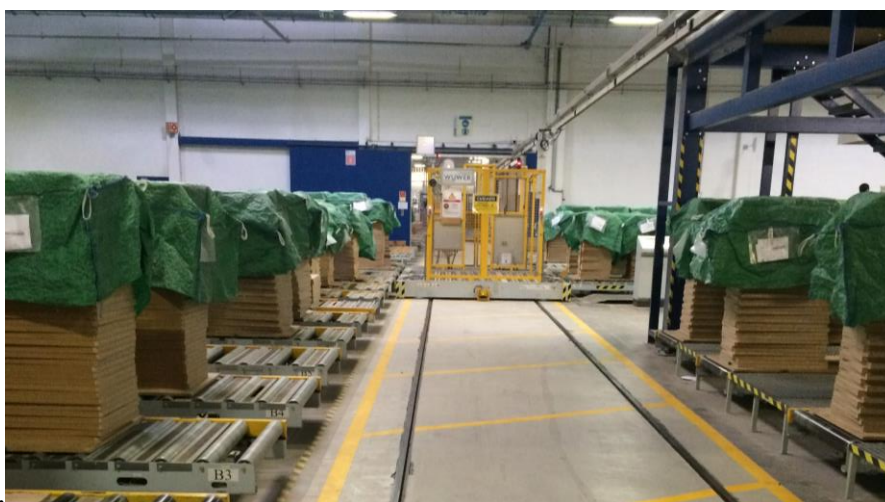


Figura 39 - Transferência dos painéis BOF prensados para o *buffer* da E&D.

#### 4.1.3 Controlos periódicos ao processo

A etapa Montagem BOF, como mencionado, implica a realização de testes que garantam a qualidade do produto. Assim, ao longo da etapa são realizados controlos periódicos, nomeadamente, o teste de espessura e humidade do *honeycomb* e o teste de gramagem de cola. Além disso, em cada posto de trabalho é realizada inspeção visual, quer ao *input* quer ao *output* dos mesmos, de forma a identificar a possibilidade de ocorrerem defeitos nos postos seguintes.

##### ▪ Teste de *honeycomb*

O teste realizado ao *honeycomb* compreende duas componentes: espessura e humidade. Este teste é feito de 30 em 30 minutos e consiste na medição dos dois parâmetros no *honeycomb* que entra na máquina e nos elementos cortados à saída da mesma.

Para realizar o teste de espessura, os colaboradores, recorrendo a um comparador de espessuras, efetuam a medição em 5 pontos aleatórios do papel que entra na máquina e mais 5 no papel que sai (Figura 40).



Figura 40 - Medição da espessura do *honeycomb*.

Após o registo destes dados calculam a média à entrada e à saída das 5 medições e comparam os valores com as especificações definidas para a referência em produção.

No caso do teste de humidade este consiste num procedimento de medição igual ao da espessura mas recorrendo, para tal, a um higrómetro (Figura 41).



Figura 41 - Medição de humidade do *honeycomb*.

#### ▪ Teste de Cola

O processo de colagem de placas de HDF é definido segundo os critérios da organização IKEA como um processo especial. A empresa define como processos especiais aqueles que podem pôr em causa a segurança do consumidor final uma vez que contemplam a utilização de produtos químicos e caso não cumpram as especificações irão comprometer a resistência do móvel.

Assim, por ser uma operação delicada, a colagem de placas de HDF ao *frame* é um fator crítico do processo onde a quantidade de cola aplicada às placas tem que ser alvo de controlo para garantir quer a qualidade, quer a segurança do produto. Este controlo é realizado, à semelhança do teste de *honeycomb*, de 30 em 30 minutos, consistindo na quantificação de gramagem de cola aplicada às placas.

Para realizar o teste de cola são utilizadas amostras das placas do lote em produção com tamanho 600mmx165mm e são identificadas as faces das placas que irão receber cola e rolo que irá aplicar a mesma (superior ou inferior). Estas placas são pesadas antes da aplicação de cola e após a sua passagem na máquina aplicadora, registando-se o peso antes e após esta operação. Por fim é realizado o cálculo da gramagem, determinando-se a diferença de peso com e sem cola das placas e multiplicando-se o resultado por 10 para obter a gramagem de cola por m<sup>2</sup>. Os resultados são então comparados com os valores especificados para as referências do material.

## 4.2 Análise do estado atual e identificação de problemas

### 4.2.1 Análise ABC de produtos

Como descrito na secção 3.3.1, a fábrica *Lacquering&Print* é responsável pela produção de uma grande variedade de produtos.

De forma a chegar ao VSM do estado atual realizou-se a análise ABC de produtos relativamente à quantidade produzida para determinar qual o produto com maior impacto na produção da empresa.

A Tabela 2 contém os dados resultantes da análise ABC de quantidade das referências de produto processadas na área em estudo.

Tabela 2 - Análise ABC dos produtos produzidos na L&P.

| Produto                         | Nº Peças Produzidas | % Por produto | % Total Acumulado | Classe |
|---------------------------------|---------------------|---------------|-------------------|--------|
| <b>Micke Desk 105x50</b>        | 1 124 934           | 14,523%       | 14,523%           | A      |
| <b>Kallax 77*147</b>            | 862 777             | 11,138%       | 25,661%           | A      |
| <b>Micke Desk 120x50</b>        | 798 119             | 10,304%       | 35,965%           | A      |
| <b>Micke Desk 73x50</b>         | 758 527             | 9,793%        | 45,758%           | A      |
| <b>Kallax 147*147</b>           | 750 012             | 9,683%        | 55,440%           | A      |
| <b>Micke Desk 142x50</b>        | 711 396             | 9,184%        | 64,624%           | A      |
| <b>Kallax 77*77</b>             | 523 604             | 6,760%        | 71,384%           | B      |
| <b>Micke Add on High 105x65</b> | 411 303             | 5,310%        | 76,694%           | B      |
| <b>Micke Drawer 35x75</b>       | 351 871             | 4,543%        | 81,236%           | B      |
| <b>Lack 90X55</b>               | 338 583             | 4,371%        | 85,608%           | B      |
| <b>Kallax 42*147</b>            | 273 332             | 3,529%        | 89,136%           | B      |
| <b>Lack TV 149x55</b>           | 247 084             | 3,190%        | 92,326%           | B      |
| <b>Lack 110x26</b>              | 245 685             | 3,172%        | 95,498%           | B      |
| <b>Lack 55x55</b>               | 155 181             | 2,003%        | 97,501%           | B      |
| <b>Lack 190x26</b>              | 96 043              | 1,240%        | 98,741%           | C      |
| <b>Lack 118x78</b>              | 76 876              | 0,992%        | 99,734%           | C      |
| <b>Lappland 183*147</b>         | 20 628              | 0,266%        | 100,000%          | C      |
| <b>TOTAL</b>                    | 7 745 954           | 100,000%      |                   |        |

Os resultados são ilustrados pela representação gráfica da análise ABC na Figura 42. Através da curva ABC é possível identificar claramente os produtos pertencentes a cada classe.

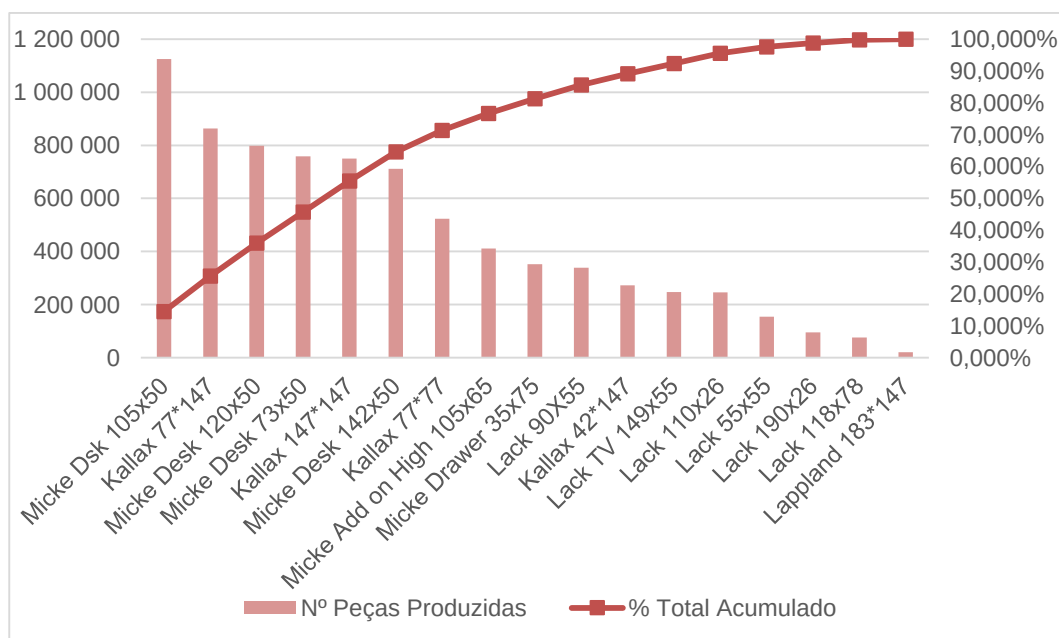


Figura 42 - Representação gráfica da análise ABC dos produtos L&P.

Pela análise da Figura 42 verifica-se que os produtos *Micke Desk 105x50*, *Kallax 77x147*, *Micke Desk 120x50*, *Micke Desk 73x50*, *Kallax 147x147* e *Micke Desk 142x50* têm maior peso no volume de produção. Contudo, o produto *Micke Desk 105x50* apresenta um volume de produção mais significativo, sendo por isso o produto selecionado para a realização do VSM. O produto *Micke Desk 105x50* é constituído por 3 tipos de componentes: tampo, fundo lateral grande e lateral pequena. Estes componentes são processados em todas as secções da *Frames&Coldpress*.

#### 4.2.2 VSM do estado atual para o produto *Micke Desk 105x50*

O departamento *Lean&Quality* disponibilizou o VSM do estado atual o qual representa todo o processo produtivo da *Micke Desk 105x50*. No Anexo II é apresentado o VSM de todo o processo, através do qual se verifica que durante todo o tempo de produção apenas 18% do mesmo corresponde a atividades que acrescentam valor ao produto. Na Figura 43 apresenta-se um excerto do VSM correspondente ao sistema produtivo F&CP.

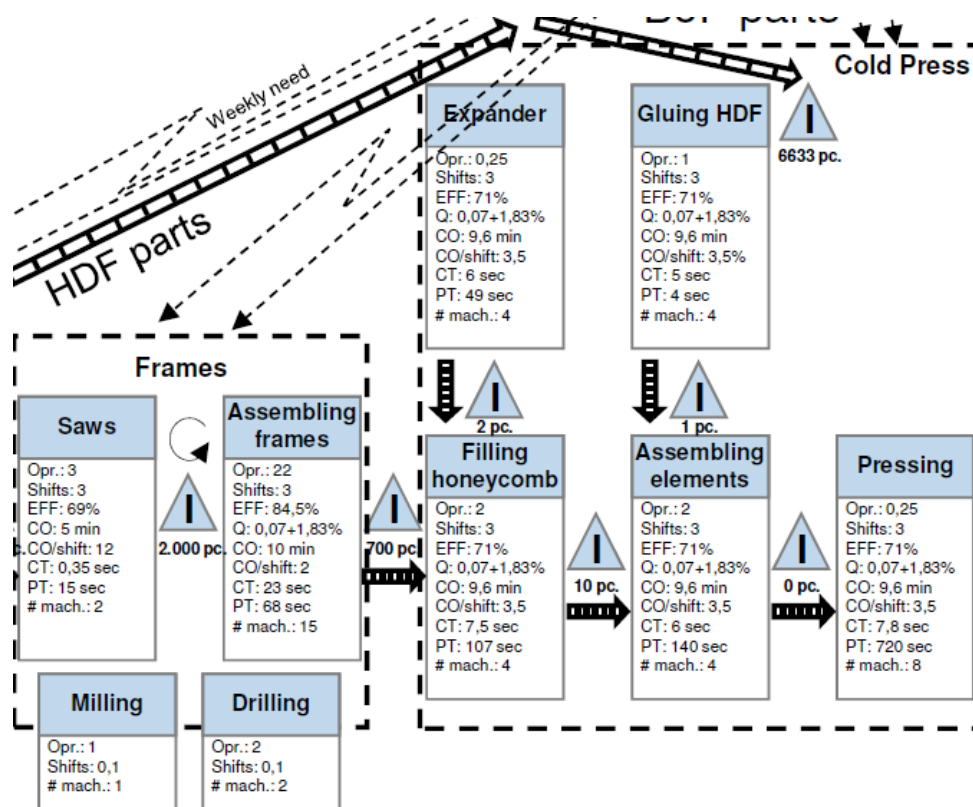


Figura 43 - Excerto do VSM representativo da área *Frames&Coldpress*.

Pela análise do excerto apresentado, é possível verificar que na produção do produto em causa a etapa Corte (*Saws*) é a que apresenta menor eficiência – 69%. No caso das etapas Montagem

*Frame* e Montagem BOF, apresentam, respetivamente 84,5% e 71%. Verifica-se ainda que a área apresenta uma taxa de retrabalho de 1,9%, da qual cerca de 0,07% é sucata.

Relativamente aos tempos de *setup* (CO) as etapas de Montagem *Frame* e BOF apresentam tempos aproximados, 10 e 9,6 minutos, respetivamente, enquanto que no caso do Corte este tempo é de 5 minutos.

A eficiência dos processos de Corte e Montagem BOF destacam-se por serem inferiores à de Montagem *Frame*. A falta de normalização dos processos produtivos e a inexistência de métodos para a resolução de problemas estão na origem destes resultados.

#### 4.2.3 Falta de normalização do processo produtivo

Tendo em conta os indicadores de desempenho, nomeadamente eficiência, taxa de retrabalho e tempo de *setup*, pode-se aferir que estes são afetados pela falta de uniformização no processo produtivo, isto é, falta de normalização do método de produção, definição de parâmetros para o processo e inexistência de um procedimento para resolução de problemas.

A falta de informação e de métodos definidos para execução de tarefas nos postos de trabalho é um problema geral da área e que se destacou ao longo de todo o projeto. Esta falta de normalização provoca a variação da forma de realização das operações com a alteração do operador que as executa. Nesta situação os operadores executam as tarefas com base na experiência que detêm, podendo o método de cada operador não ser o mais adequado e o mais eficiente.

De igual modo, a falta de parametrização do processo leva a que cada operador recorra a diferentes parâmetros de programação, controlo, entre outros, levando à variação do processo e afetando a qualidade do produto, bem como a paragens, por vezes por períodos longos, que podem resultar no bloqueio da produção por não conformidade com as especificações ou mesmo devido à má programação de equipamentos que pode originar avarias nos mesmos.

Por fim, a falta de procedimentos para resolução de problemas leva a que a resolução de um mesmo problema seja diferente consoante o operador, sendo que provoca períodos de paragem mais longos, e por vezes não será a forma mais eficaz de o resolver interferindo com a qualidade dos produtos e levando a novas paragens para ajustes até que o problema esteja corretamente solucionado.

Nos *Frames&Coldpress* identificam-se estes 3 problemas em toda a área existindo, no entanto, alguns postos onde são mais alarmantes como é o caso dos postos da secção *Coldpress* e do posto de montagem automática na secção de *frames*.

Relativamente aos restantes postos, cada um possui algumas instruções de trabalho com os passos básicos para desempenhar as tarefas do posto. Contudo, esta informação não é muito detalhada, nem contempla as variantes do processo, como por exemplo, o facto de diferentes referências de produto requererem operações diferentes num mesmo posto de trabalho.

#### 4.2.4 Falta de polivalência dos Operadores

A existência de trabalhadores polivalentes é uma reconhecida estratégia para alcançar ganhos de produtividade. Por ser uma área onde o processo produtivo é executado manualmente quase na totalidade, existe a necessidade de dispor de operadores com competências para desempenhar funções em vários postos para permitir a rotatividade entre estes de forma a garantir um menor desgaste físico dos colaboradores. Além disso, a falta de conhecimento técnico dos equipamentos e dos processos inerentes aos diferentes postos dificulta a substituição de operadores em caso de absentismo e compromete a produtividade da área.

Em cada secção da área existe um operador – o *teamleader* – com conhecimentos de cada posto da secção à sua responsabilidade, mas que contudo, não é um operador independente em todos os postos.

Este problema é mais notável nos postos da secção *Coldpress* e na linha de montagem automática da secção de *frames*.

Relativamente ao primeiro caso, existe realmente a necessidade de polivalência na CP já que as operações de cada posto são muito desgastantes para os colaboradores, existindo como medida atenuante a rotatividade de 2 em 2 horas durante o turno de trabalho. Uma vez que nem todos os colaboradores possuem conhecimentos para desempenhar funções em todos os postos, a produtividade fica comprometida pois a performance dos colaboradores em determinados postos vai baixando com o aumento do período de tempo em que está a operar naquele mesmo posto.

No caso da Montagem Automática de *frames* existem, e são necessários, dois colaboradores por turno que operam as máquinas deste posto. Como não existem mais operadores no turno para além dos dois alocados ao posto com conhecimentos para operar os equipamentos, caso

ocorra uma falta de um dos operadores a eficiência da linha automática vai ser afetada de uma forma notória já que paragens para abastecimentos, *setups*, ajustes, entre outros, demoram o dobro do tempo.

#### 4.2.5 Falta de organização e Limpeza da área

A IKEA *Industry* Portugal tem já fortemente implementada a aplicação da ferramenta 5S's. Todos os colaboradores recebem formação sobre a ferramenta e o departamento *Lean&Quality* é o responsável pelo controlo da aplicação da mesma através da realização de auditorias mensais a cada área das diferentes fábricas, atribuindo uma pontuação numa escala de 0 a 100 pontos percentuais, existindo os seguintes níveis de classificação:

- 0 a 49 pontos – Muito Fraco;
- 50 a 69 – Fraco;
- 70 a 79 – Médio;
- 80 a 89 – Bom;
- 90 a 100 – Muito Bom.

Consoante a classificação obtida estão definidos intervalos para a realização da próxima auditoria, sendo os mesmos 2, 4, 6, 8 ou 10 semanas, com um intervalo mínimo de 2 semanas para o nível “Muito Fraco” e o máximo (8) para “Muito Bom”.

Na Tabela 3 apresenta-se a pontuação das subáreas *Frames* e *Coldpress* aquando do início do projeto e a pontuação das mesmas obtidas na auditoria anterior:

Tabela 3 - Pontuações de auditorias 5S das subáreas *Frames* e *Coldpress*.

|                         | Pontuação anterior | Pontuação em Dezembro |
|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| <b><i>Frames</i></b>    | 91                 | 85                    |
| <b><i>Coldpress</i></b> | 89                 | 93                    |

No geral, os colaboradores da área esforçam-se para que esta se mantenha limpa, existindo contudo alguma dificuldade em fazê-lo devido ao manuseamento das madeiras e cola.

No que respeita à organização verificou-se que existiam alguns locais que careciam de identificação, como é o caso das linhas de retorno de materiais (*buffer* entre *Frames* e

*Coldpress*), levando a perdas de tempo a consultar o *teamleader* para obter indicações e na procura de material, bem como à possível paragem das linhas da *Coldpress* por falta de material.

#### 4.2.6 Paragens da linha de Montagem Automática de *frames*

Como descrito no capítulo 4.1.2, o processo de montagem de *frames* é diferente na linha automática relativamente à montagem manual. A linha de montagem automática de *frames* tem uma capacidade de produção média de 50 peças em 7 minutos, tendo por isso, uma capacidade de produção superior relativamente à montagem manual, cujo tempo de produção para o mesmo número de peças é de 18 minutos.

Na Figura 44 encontram-se representados os resultados globais da linha automática respeitantes ao período de Agosto de 2014 a Dezembro do mesmo ano.

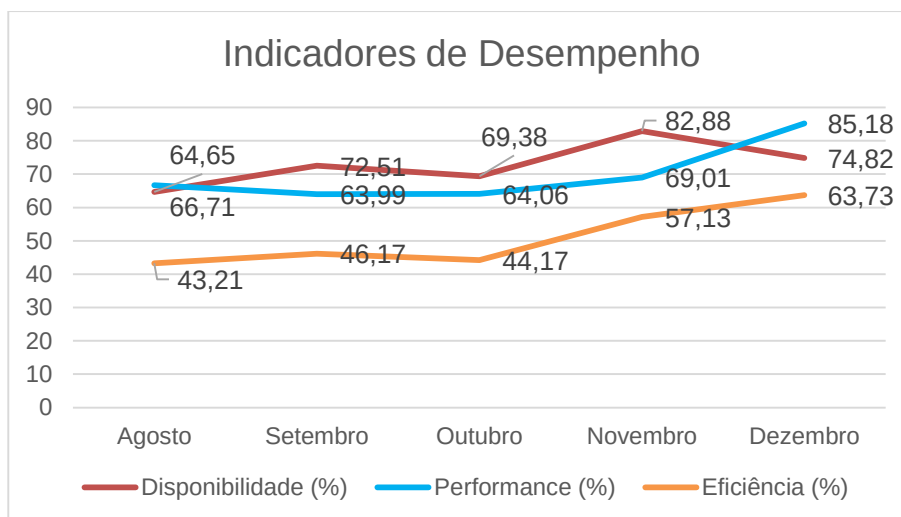


Figura 44 - Desempenho da linha de montagem automática de *frames* nos últimos 5 meses de 2014.

Pela análise do gráfico acima, verifica-se que a linha em causa apresenta valores de eficiência baixos. Uma vez que a eficiência resulta do produto entre a disponibilidade e a performance, os baixos resultados de eficiência são consequência dos baixos resultados destes indicadores.

Através da análise dos dados relativos às paragens no mês de Janeiro de 2015 apresentados na Tabela 4, verifica-se que a disponibilidade é maioritariamente afetada pelos *setups* (SET), paragens planeadas (PP) e paragens para refeições. As paragens derivadas de avariadas (AV) apresentam também um peso significativo, sendo que este tipo de paragem está dependente, quase na totalidade da equipa da manutenção, existindo situações em que os operadores do posto efetuam intervenções para resolução destas avarias.

Tabela 4 - Tempos de paragem da montagem automática de *frames* em Janeiro.

| Tipo de paragem                    | Descrição de paragem                          | Tempo de paragem (h) |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| SET                                | Setup Ripas Dispensadores Laterais            | 40,08                |
| PP                                 | Paragem planeada                              | 38,27                |
| PP                                 | Paragem almoço/M1N (15min)                    | 9,50                 |
| SET                                | Setup Produto                                 | 6,32                 |
| POQ                                | Pré-montagens não conformes com especificação | 6,01                 |
| POQ                                | Limpeza técnica                               | 4,60                 |
| POQ                                | Ajuste do equipamento (avanço de batentes)    | 4,41                 |
| ANF                                | Cabeças formatação                            | 3,99                 |
| ANF                                | Transportador de Cubos                        | 2,71                 |
| AV                                 | Fotocélulas da máquina                        | 2,68                 |
| AV                                 | Máquina da cola                               | 2,41                 |
| AV                                 | Cabeças de formatação                         | 2,25                 |
| ANF                                | Dispensador de cubos                          | 2,16                 |
| ANF                                | Dispensadores Laterais                        | 1,75                 |
| ANF                                | Robot de saída                                | 1,38                 |
| POQ                                | <i>Frames</i> não conformes com especificação | 1,33                 |
| ANF                                | Batentes formatador                           | 1,04                 |
| POQ                                | Refeições                                     | 1,00                 |
| AV                                 | Energia                                       | 1,00                 |
| POQ                                | Aquecimento da máquina da cola                | 0,91                 |
| ANF                                | Fotocélulas da máquina                        | 0,81                 |
| ANF                                | Cintas de transporte pré-montagem             | 0,60                 |
| SET                                | Setup Ripas Pré-Montagem Dupla                | 0,59                 |
| ANF                                | Cintas de Transporte de Entrada               | 0,52                 |
| SET                                | Setup Dispensadores Cubos                     | 0,51                 |
| AV                                 | Robot de Saída                                | 0,50                 |
| SET                                | Setup Ripas Pré-Montagem Simples              | 0,42                 |
| ANF                                | Máquina da Cola                               | 0,37                 |
| ANF                                | Dispensador de Ripas Pré-Montagem Simples     | 0,32                 |
| AV                                 | Variador                                      | 0,25                 |
| POQ                                | Falta de Matéria-Prima                        | 0,17                 |
| AV                                 | Cintas de Transporte Pré-Montagem             | 0,17                 |
| ANF                                | Mesa de Pás                                   | 0,16                 |
| ANF                                | Ventosas Ripas Laterais                       | 0,12                 |
| ANF                                | Energia                                       | 0,12                 |
| POQ                                | Cola nos Batentes                             | 0,08                 |
| ANF                                | Dispensador de Ripas Pré-Montagem Dupla       | 0,08                 |
| POQ                                | Cola nas Ventosas                             | 0,08                 |
| ANF                                | Virador União                                 | 0,04                 |
| <b>Tempo Total Útil (h)</b>        |                                               | <b>440,00</b>        |
| <b>Tempo Total de Paragens (h)</b> |                                               | <b>140,08</b>        |
| <b>Tempo Total PP (h)</b>          |                                               | <b>47,77</b>         |
| <b>Tempo Total SET (h)</b>         |                                               | <b>47,92</b>         |
| <b>Tempo Total POQ (h)</b>         |                                               | <b>18,59</b>         |
| <b>Tempo Total ANF (h)</b>         |                                               | <b>16,17</b>         |
| <b>Tempo Total AV (h)</b>          |                                               | <b>9,26</b>          |

As atividades de limpeza técnica e M1N (Manutenção de 1º Nível) correspondem a tarefas de manutenção preventiva dos equipamentos, desempenhadas pelos operadores segundo as especificações do departamento de Manutenção e que têm duração de 45 minutos num dos turnos e 15 minutos nos restantes. Uma das principais atividades desta rotina compreende a limpeza do serrim que se acumula no interior das máquinas que constituem a linha automática, recorrendo a pistolas de ar comprimido. No entanto, existem paragens forçadas para efetuar a limpeza do serrim fora destes períodos devido à grande acumulação em determinados pontos da linha, que afeta o *output* da máquina.

Relativamente à performance, o seu baixo valor resulta do facto de a linha não processar à capacidade máxima, uma vez que as operações de ajuste e programação não são realizados da melhor forma, levando por isso a algumas das paragens por anomalia ao funcionamento (ANF) e produção de não conformes.

Através de observações das diferentes rotinas, verificou-se que os diferentes turnos realizam as tarefas de arranque dos equipamentos e *setup* com métodos diferentes e utilizam parâmetros diferentes para programação da máquina. Como exemplo deste tipo de situação é de referir as paragens originadas pelas cabeças de formatação. As cabeças de formatação funcionam através de ar comprimido, pelo que é necessário um ajuste de pressão consoante a referência em produção. Contudo, os valores de pressão utilizados pelas diferentes equipas eram diferentes levando assim a falhas das cabeças de formatação. Além disso, verificou-se também que este tipo de ajuste de pressão era realizado por “tentativa e erro”, isto é, os operadores faziam o ajuste para um determinado valor e davam início ao processo nas máquinas, repetindo o processo até a linha não sofrer mais paragens que resultassem deste fator. Este problema é o resultado da ausência de procedimentos normalizados para a realização das tarefas, falta de parametrização para a realização dos ajustes, bem como a inexistência de métodos para a resolução de problemas.

#### 4.2.7 Manutenção dos pratos de prensagem

Durante a prensagem dos elementos BOF existe alguma libertação de excesso da cola aplicada nas placas de HDF. Uma vez que os pratos de prensagem ficam em contacto direto com os painéis é natural que fiquem com vestígios de cola, sendo que esta seca e fica colada aos mesmos. Ao longo do tempo ocorre acumulação destes resíduos o que provoca problemas de qualidade no processo: ao acumular estes resíduos a superfície dos pratos das prensas ficam

com irregularidades fazendo com que no processo de prensagem os painéis BOF fiquem com marcas.

Este tipo de defeito é detetado no processo de pintura na área *Laquering* o que significa que desde que as peças terminam o processo de prensagem com estas não conformidades até o problema ser detetado na pintura estão a ser produzidos mais elementos não conformes o que leva a um aumento da sucata.

De forma a diminuir os problemas causados pela acumulação de cola nos pratos estava definida a realização da limpeza destes uma vez por mês. Contudo, a realização desta tarefa demorava em média 1,5 horas por prensa em que os operadores tinham que se posicionar debaixo dos pratos e recorrer a espátulas e outros utensílios para removerem a cola. Devido ao elevado tempo necessário e ao desconforto dos operadores, a limpeza não era realizada com a frequência definida, podendo-se passar um longo período de tempo entre limpezas.

Além disso, o processo de limpeza não era adequado pois como era necessário raspar a cola os pratos estavam a ser danificados, provocando irregularidades permanentes nos mesmos.

#### 4.2.8 *Honeycomb* acumulado no *buffer*

O *Honeycomb* (HC), como já foi descrito, após o último corte é abastecido ao posto de montagem favo por uma rampa que funciona como *buffer* destes elementos. Um problema recorrente com este sistema é o facto de a estrutura da rampa, que foi projetada de forma a salvaguardar a segurança dos colaboradores e ao mesmo tempo garantir o abastecimento do produto, fazer com que os elementos de HC, devido à flexibilidade que lhes é característica, fiquem presos a meio da mesma, acumulando-se neste local. O resultado desta situação é que os colaboradores da montagem favo, de modo a conseguirem soltar os elementos, abanam a rampa o que provocou ligeiros danos da mesma e compromete o sistema de suporte desta. A longo prazo, a continuidade deste comportamento para resolver o problema fará com que a rampa ceda, o que assinala este posto como inseguro.

#### 4.2.9 *Setup* de *Honeycomb* das expansoras

No caso da *Coldpress*, foi já mencionado que a cadência dos postos tem que ser garantida pelo facto de estarem envolvidos processos especiais. No caso do abastecimento de HC, as suas falhas devem ser minimizadas ao máximo e se possível eliminadas para que não exista a

possibilidade de paragem por falta de material durante a construção de uma paleta de elementos no posto montagem BOF e para que o tempo de abertura da cola não seja ultrapassado.

Um problema que se verificou é a dificuldade de realização de *setup* nas máquinas expansoras de HC devido a ajustes manuais que têm que ser feitos nas serras e guias de entrada das expansoras.

O operador responsável pelo posto de Teste de favo/cola recorre a uma instrução que contém os diferentes parâmetros de ajuste para cada referência de HC. Consoante a referência de HC o operador terá que programar a expansora no painel de controlo com valores de temperatura e velocidade e selecionar a utilização de serras. Em acréscimo o operador tem que realizar o ajuste manual da posição das guias à entrada e, caso se aplique, das serras (uma vez que dependendo da referência podem não ser utilizadas serras de corte à entrada).

Na entrada da máquina existem duas guias, uma em cada extremidade do equipamento, entre as quais é colocado o HC para expandir. A posição das guias tem sempre que ser ajustada às diferentes referências de HC abastecido. As guias prolongam-se deste o início da máquina até aos rolos de picotado que puxam o papel. Para realizar o ajuste de posição das guias o operador desaperta o aperto da extremidade junto aos rolos de picotado e move-a para a posição definida para a referência de HC pretendida. Cada uma das guias é ajustada individualmente.

Para determinar a posição em que a guia se encontrava o operador tinha que recorrer a uma fita-métrica e medir a distância deste o ponto zero - que correspondia ao centro da máquina no sentido da largura da mesma – e a guia. Este processo é caracterizado por um elevado tempo despendido e por falta de precisão no ajuste, uma vez que a estrutura do equipamento não permite que a medição das distâncias seja feita da maneira mais correta e implica que a operadora tenha que se deslocar à volta da máquina para fazer o ajuste das duas guias. Além disso, devido ao elevado tempo associado a esta tarefa e dificuldade de medição, os operadores optavam por fazer os ajustes de forma subjetiva, com base na experiência, e não recorriam ao uso da fita-métrica.

Igualmente, existem duas serras à entrada das máquinas que permitem o corte de elementos com dimensões diferentes em simultâneo. A utilização das serras depende da referência, pelo que podem ser utilizadas as duas serras, pode ser utilizada apenas uma serra ou, em algumas situações, não haver necessidade de corte à entrada.

O ajuste da posição das serras é também feito separadamente: cada serra tem associada uma manivela que é rodada para alterar a sua posição. Cada manivela tem associado um contador que consoante as voltas que são dadas na manivela apresenta um determinado valor que corresponde à posição em que a serra se encontra. Porém, ao fim de cerca de uma semana, o contador fica descalibrado devido ao uso fazendo com que o ajuste de posição das serras não seja feito corretamente, uma vez que a posição dada pelo contador pode não corresponder à posição real.

Esta falta de precisão leva à produção de sucata de HC: como os ajustes não se adequam ao pretendido para a referência, os elementos de papel são enviados para o posto de montagem favo fora das especificações não podendo ser utilizados. Assim, até que se obtenham elementos com as especificações necessárias os operadores tinham que repetir o processo de ajuste, prolongando o tempo da rotina de *setup* e produzindo sucata em cada ajuste mal feito.

Em acréscimo, existe por consequência falta de confiança nos parâmetros definidos na instrução visto que estes foram estabelecidos com base nos métodos de medição das posições aqui descritos.

As máquinas têm ainda um gradeamento que as envolve na totalidade, impedindo o acesso ao seu interior e inclusivamente a qualquer uma das ferramentas de ajuste. Para proceder às tarefas de ajuste de posição, os operadores necessitam de parar a máquina nos comandos exteriores e solicitar a abertura das portas de acesso ao interior nos mesmos comandos, o que, por razões de segurança, demora 2 minutos até que seja possível abrir a porta de forma a garantir que aquando da entrada as serras de corte estão imobilizadas.

Em suma, sempre que era necessário realizar um ajuste o operador demorava 2 minutos para aceder ao interior da máquina, mais o tempo para realizar os ajustes – em média 57 segundos para as guias e 9 minutos e 24 segundos para ajustar as duas serras - e o tempo necessário para colocar a máquina em funcionamento.

#### 4.2.10 Falha no abastecimento de *Honeycomb*

Uma vez que o colaborador responsável pelo posto Teste de favo/cola não se encontra sempre presente na plataforma das expansoras, ou encontra-se na mesma a realizar os testes de espessura e humidade do papel, ocorrem por vezes falhas no abastecimento dos elementos de *honeycomb*, quer devido à necessidade de reposição de papel, quer devido a problemas

relacionados com o próprio equipamento. Surgem ainda situações em que os elementos estão a ser abastecidos fora das especificações. Estes problemas são detetados no posto montagem favo pelo que o colaborador que opera as expansoras só tem conhecimento dos mesmos quando alertado pelos operadores do posto abastecido.

No entanto, foi detetado e reforçado por alertas dos operadores de favo que estas situações causam longos períodos de espera em que se verifica falta de matéria-prima pois por vezes o operador das expansoras não se apercebe de que os colegas o estão a chamar devido ao ruído natural do *shopfloor* ou não está nas imediações destes postos para se aperceber de que está a ocorrer um problema.

#### 4.2.11 Abastecimento de *Frames* no posto Montagem Favo

No posto de montagem favo os operadores introduzem o HC no interior dos *frames*. Para tal têm como tarefas o abastecimento de *frames* no tapete automático, a recolha de HC do *buffer* e a introdução deste na estrutura.

Dependendo da referência em produção são necessários neste posto 2 ou 3 operadores de forma a garantir a cadência da linha. A maioria das referências obriga a que estejam alocados a este posto 2 operadores, estando normalmente um deles responsável por fazer o abastecimento de *frames* na linha. Esta tarefa caracteriza-se por implicar a movimentação constante do operador entre o local onde os *frames* são abastecidos e o local onde o HC é introduzido no interior dos mesmos. Aliado ao desperdício de tempo resultante das deslocações, está a falta de ergonomia no posto uma vez que as operadoras têm que pegar num conjunto de *frames* da palete que se encontra no elevador e puxa-los para cima da linha até que os mesmos sejam transportados automaticamente pelo tapete para a zona de introdução de HC (Figura 45).



Figura 45 - Abastecimento de *frames* no posto montagem favo.

#### 4.2.12 Necessidade de Identificação de material cortado

Os *Frames&Coldpress* são responsáveis pelo processamento de uma grande variedade de produtos. Em consequência, existe uma variedade ainda maior de material cortado – cubos e ripas – na secção de corte que necessita de ser devidamente identificado para que não ocorram falhas devido a troca de material abastecido aos tabuleiros de montagem manual e linha de montagem automática.

Na área existia um método utilizado para identificar os cubos armazenados no *buffer* entre o corte e a montagem de *frames* que passava por etiquetas de identificação, as quais eram colocadas nos carrinhos de abastecimentos de cestos de cubos, com diferentes cores de acordo com a espessura do material. Ou seja, os cubos eram agrupados em famílias por espessura e a cada família estava atribuída uma cor, existindo como características variantes do produto a largura e comprimento do mesmo (Tabela 5).

Tabela 5 - Identificação de cubos por espessura.

| <b>Espessura</b>                  | <b>Cor</b>         |
|-----------------------------------|--------------------|
| <b>24 mm</b>                      | Branca             |
| <b>15 mm</b>                      | <b>Cinza</b>       |
| <b>28 mm</b>                      | <b>Rosa</b>        |
| <b>22 + 22 mm (cubos colados)</b> | <b>Verde Claro</b> |
| <b>18 mm</b>                      | <b>Azul</b>        |
| <b>24 mm (MDF)</b>                | <b>Lilás</b>       |
| <b>44 mm</b>                      | <b>Verde</b>       |
| <b>22 mm</b>                      | <b>Laranja</b>     |
| <b>28 mm (Fresa)</b>              | <b>Salmão</b>      |

Contudo, a grande e crescente diversidade de cubos tornou o método anterior pouco intuitivo para os colaboradores do abastecimento que manifestaram a grande dificuldade em encontrar o material pretendido no *buffer*.

Além disso, não existia um sistema de identificação intuitivo para as ripas, isto é, após serem colocadas nos carrinhos de abastecimento dos tabuleiros, não havia qualquer tipo de identificação que permitisse ao colaborador do abastecimento identificar rapidamente qual a referência a abastecer, sendo os carrinhos etiquetados com um cartão branco. Uma vez que as ripas possuem espessuras muito próximas o colaborador do abastecimento entrava muitas vezes em erro, trocando as referências que abastecia na montagem manual: o abastecedor trocava o material no *buffer* ou abastecia o tabuleiro errado.

#### 4.2.13 Etiquetas de identificação de paletes

Na secção de *frames*, sempre que é terminada a construção de uma paleta, os colaboradores têm que colocar uma etiqueta de identificação do produto que acabaram de processar que irá acompanhar a paleta ao longo do processo produtivo.

As etiquetas utilizadas no início do projeto eram distribuídas pela *teamleader* pelos diferentes tabuleiros de montagem e na linha de montagem automática e continham um conjunto de campos a serem preenchidos pelos operadores em cada área: *Frames*, *Coldpress*, *Edgeband&Drill* e *Laquering*.

No caso do espaço designado “*Frames*”, este continha como informação para os colaboradores apenas o código da referência do produto e respetiva descrição, representado na Figura 46.

| Ikea Industry                                       |                          |           |                          |                    |            | Etiqueta de Identificação |  |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|--------------------|------------|---------------------------|--|
| FRAMES                                              | Nº C                     | QT        | Data                     | Linha              | Turno      | Referência                |  |
|                                                     | ET.nº                    |           | Nº Operator/Line Leader: |                    |            | RW/ Reparada              |  |
| <p><b>LKFRTPO1</b></p> <p>Frame-LK 55x55 TP Dpl</p> |                          |           |                          |                    |            |                           |  |
| COLD PRESS                                          | QT                       | Data      | Linha                    | Hora               | Referência |                           |  |
|                                                     | Nº Operator/Line Leader: |           |                          | Lote HOF           |            |                           |  |
| EDGE BAND & DRILL                                   | QT                       | Data      | Linha                    | Hora               | Referência |                           |  |
|                                                     | Nº Operator/Line Leader: |           |                          | OK / RW            |            |                           |  |
|                                                     | Função                   |           | Ordem                    |                    |            |                           |  |
| LACQUERING                                          | QT                       | Data      | Linha                    | Turno              | Referência |                           |  |
|                                                     | Nº Operator/Line Leader: |           |                          | OK / RW / Reparada |            |                           |  |
|                                                     | PINTURA                  |           |                          |                    |            |                           |  |
| EMBALADO                                            |                          | DATA: / / |                          | TURNO: /           |            | IP028-01                  |  |

Figura 46 - Etiqueta de identificação de palete de *frames*.

Antes de colocarem a etiqueta na paleta, os operadores tinham que preencher em cada folha a quantidade de *frames* por paleta, a data, linha, turno e o número do operador.

Quando a paleta era processada na *Coldpress*, à saída da mesma eram preenchidos os mesmos dados do espaço “*Frames*” mas no campo respetivo a esta secção. Além disso, os operadores da CP tinham ainda que colocar o código da referência do produto.

Tendo em conta o volume de produção da área, o processo de preenchimento é necessário mas não deixa de ser improdutivo e, perante todos os campos a preencher acaba por se revelar demasiado moroso.

#### 4.2.14 Falta de controlo das medidas de desempenho na secção de Corte

De forma a analisar o desempenho da área cada *teamleader* é responsável por fazer o controlo das medidas de desempenho da sua secção (produção, paragens, número de não conformes, etc). No caso da *Coldpress*, esse controlo está já automatizado com um *software* implementado

pela empresa e que mede os parâmetros de disponibilidade, performance e eficiência através de contadores à saída da montagem BOF.

No caso da secção de *Frames* o controlo é feito pelo *teamleader* que é responsável por reportar os dados necessários para determinar o valor das medidas de desempenho.

Relativamente ao corte, não existia nenhum controlo sobre as medidas de desempenho: não existia um procedimento para o *teamleader* reportar as medidas de desempenho do seu turno. Esta falta de controlo era crítica uma vez que não existia controlo sobre material consumido e material que não era possível aproveitar (sucata), não existia controlo da performance dos operadores, pelo que estes não sentiam necessidade de cumprirem os objetivos, e, entre outros fatores, não existia uniformidade relativamente a planos de corte do material.

Este último ponto é de grande importância uma vez que influencia todos os indicadores de controlo. Um plano de corte é definido para uma determinada referência a produzir. Contudo, não existe a possibilidade de que a área *Cutting* forneça uma medida de ripa ideal para cada referência de cubos/ripas a cortar na secção de corte. Assim, tendo em conta o *input* do corte e a referência que é necessário cortar, os operadores combinam outras referências de cubos/ripas para cortar em simultâneo com a primeira de forma a minimizar o desperdício de material (sucata).

Logo, uma vez que não existia acordo entre os planos em cada turno não era possível determinar qual o turno que cortava mais material para o *buffer* nem qual o turno que produzia mais sucata. Além disso, existia conhecimento por parte das chefias que durante a produção esta secção produz uma elevada taxa de sucata, não sendo possível, no entanto, determinar o valor que este tipo de desperdício representa pois não existe controlo sobre o mesmo.

#### 4.2.15 Descarga de paletes da Montagem BOF

Na secção *Coldpress* existem 3 tipos de elevador diferentes utilizados no posto montagem BOF para construção e descarga de paletes com diferentes características e diferentes modos de operação. Estes elevadores ajustam automaticamente a altura através de sensores que detetam os elementos BOF à medida que os colaboradores os colocam na paleta. Com o uso diário de cada um destes equipamentos os colaboradores estão expostos a diferentes riscos ergonómicos, de saúde e de segurança.

Estes 3 tipos de elevadores estão identificados da seguinte forma: existe um elevador “ergonómico” constituído por seis mesas e que pode ser programado para ativar ou desativar o número de mesas pretendido para o processamento de acordo com a dimensão do produto e com capacidade de carga até 1000kg; existe um elevador instalado especificamente para a produção da referência *Sinnerlig* pois os que existiam na área não tinham capacidade para suportar produtos de dimensões e pesos tão elevados como o desta referência, sendo que este elevador só opera em duas dimensões e tem capacidade para elevar uma carga máxima de 2400kg; existem ainda 2 elevadores que foram os primeiros a serem instalados na área e que não são permitem ajuste de dimensão.

Contudo, em qualquer um destes elevadores existe a operação de descarga que é realizada de forma manual pelos colaboradores: assim que a paleta está concluída, os colaboradores acionam o modo de descarga nos comandos do elevador, fazendo com que este se posicione a uma determinada altura; quando o elevador se encontra posicionado, o colaborador que se encontra à saída do elevador abre a porta de saída do mesmo e posiciona um carro manual com rolos na direção da saída da mesa do elevador; assim que o elevador e o carro se encontram devidamente posicionados, o colaborador aciona a descarga da paleta no caso dos elevadores “ergonómico” e “*Sinnerlig*”, e no caso dos outros dois elevadores a descarga é manual; a paleta faz a transição do elevador, através do carro de rolos, para um transfere que a irá transportar para as prensas. A Figura 47 ilustra o processo de transferência da paleta do elevador para o transfere.



Figura 47 - Descarga de paleta de elementos BOF com carro de rolos manual.

Relativamente aos elevadores originais, é de realçar que estes não possuem porta de segurança nas extremidades dos elevadores, já que estas proteções iriam dificultar a realização das operações no posto devido à incapacidade de ajuste da medida da mesa do elevador às diferentes dimensões de elementos BOF. Além disso, os colaboradores têm que empurrar a paleta para que esta saia do elevador, recorrendo por vezes a um bastão quando existe maior dificuldade em executar esta operação devido à elevada carga da paleta.

O sistema de descarga automática funciona através do acionamento dos rolos/tela na mesa dos elevadores através de ar comprimido. Contudo, no final do ciclo de descarga os operadores recorrem igualmente ao bastão para ajudar na saída da paleta do elevador, uma vez que entre o elevador e o transfere existe o carro de rolos que não é automatizado (Figura 48).



Figura 48 - Recurso a bastão para auxiliar a descarga da paleta.

Estas tarefas para a realização da descarga aumentam o tempo da operação para além de deteriorarem as condições ergonómicas e de segurança do posto, expondo os trabalhadores a um grande risco de contração de lesões músculo-esqueléticas.

#### **4.3 Resumo dos problemas identificados**

Na Tabela 6 constam, resumidamente, todos os problemas que foram identificados ao longo do projeto na área *Frames&Coldpress*, estando categorizados por *Man*, *Machines*, *Method*, *Measurement*, *Management* e *Environment* (5M1E).

Tabela 6 - Síntese dos problemas identificados na área *Frames&Coldpress*.

| <b>Categoria</b>                       | <b>Problema</b>                                                                                                          | <b>Consequência / Tipo de desperdício</b>                                                                         |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Man/<br/>Management</b>             | 1. Falta de normalização do processo produtivo                                                                           | Baixo desempenho; Realização incorreta do processamento; Elevada taxa de retrabalho                               |
| <b>Method</b>                          | 2. Falta de normalização de parâmetros de produção                                                                       | Realização incorreta do processamento; Aumento de paragens; Elevada taxa de retrabalho; Aumento de sucata         |
| <b>Method</b>                          | 3. Falta de métodos de resolução de problemas                                                                            | Elevada taxa de retrabalho; Variação nos métodos e tempos para resolução de um problema                           |
| <b>Man/<br/>Management</b>             | 4. Falta de polivalência dos operadores                                                                                  | Baixo desempenho                                                                                                  |
| <b>Man/<br/>Management</b>             | 5. Falta de limpeza e organização na área                                                                                | Baixo desempenho                                                                                                  |
| <b>Management/<br/>Method</b>          | 6. Falha na manutenção do posto de prensagem                                                                             | Baixo desempenho; Aumento de sucata                                                                               |
| <b>Method/<br/>Machine</b>             | 7. Elevado número de paragens da linha de Montagem Automática de <i>frames</i>                                           | Baixo desempenho                                                                                                  |
| <b>Man/<br/>Environment</b>            | 8. Acumulação de <i>Honeycomb</i> no <i>buffer</i>                                                                       | Baixo desempenho; Aumento de sucata                                                                               |
| <b>Method/<br/>Machine</b>             | 9. Elevados tempos de <i>setup Honeycomb</i> nas expansoras                                                              | Diminuição da disponibilidade; Aumento de sucata                                                                  |
| <b>Man/<br/>Environment</b>            | 10. Falha de comunicação entre os postos Montagem Favo e Teste Favo/Cola                                                 | Diminuição da disponibilidade; Aumento de sucata                                                                  |
| <b>Method</b>                          | 11. Tempos elevados e perda de cadência com o abastecimento de <i>frames</i> nas linhas para o posto de Montagem Favo    | Baixo desempenho                                                                                                  |
| <b>Method/<br/>Management</b>          | 12. Fraco sistema de identificação de material (cubos/ripas) no <i>buffer</i> dificultando as operações de abastecimento | Troca de referências abastecidas; Desperdício de tempo; Deslocações desnecessárias; Aumento de taxa de retrabalho |
| <b>Method/<br/>Management</b>          | 13. Preenchimento de todos os campos das etiquetas de identificação de paletes                                           | Desperdício de tempo; Baixo desempenho                                                                            |
| <b>Management</b>                      | 14. Falta de controlo das medidas de desempenho da secção de corte e falta de uniformidade de planos de corte            | Desperdício de matéria-prima; Baixo desempenho; Sobreprodução; Aumento de sucata                                  |
| <b>Man/<br/>Management/<br/>Method</b> | 15. Elevados tempos de descarga de paletes e elevado desgaste físico no posto Montagem BOF                               | Baixo desempenho; Aumento de sucata                                                                               |

## 5. PROPOSTAS DE MELHORIA

No presente capítulo são apresentadas propostas de melhoria que visam atenuar e eliminar os problemas identificados anteriormente. Com estas propostas pretende-se a normalização do processo produtivo nos *Frames&Coldpress* e, consequentemente, a melhoria do desempenho do sistema. Recorreu-se à técnica 5W2H para representar o conjunto de ações a desenvolver, conforme descrito na Tabela 7.

Tabela 7 - Propostas de melhoria segundo os 5W2H.

| <b>What</b>                                                                                        | <b>Why</b>                                                                                | <b>Who</b>                        | <b>Where</b>                                                   | <b>When</b> | <b>How</b>                                                                                                              | <b>How much</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1. Identificação das linhas do <i>buffer</i> e de retorno entre F&CP                               | Identificação e organização dos fluxos entre as duas secções (P5)                         | Responsável de Área               | Linhas de rolos do <i>buffer</i> entre F&CP                    | Jan-Fev     | Identificação com etiquetas de cada linha segundo a sua função                                                          | 0€              |
| 2. Aquisição de 5 suportes de metal                                                                | Arrumar as pistolas de cola quente (P5)                                                   | Tecnologista                      | Máquinas expansoras                                            | Mar-Abr     | Compra a fornecedor externo                                                                                             | 175€            |
| 3. Instalação de um enfardador                                                                     | Enfardar a sucata de HC originada nos postos Teste favo/cola e montagem favo (P5)         | Tecnologista                      | Plataforma das máquinas expansoras                             | Jun         | Transferência de um enfardador inutilizado da área <i>Packing</i>                                                       | 0€              |
| 4. Aquisição armário                                                                               | Guardar objetos pessoais, ferramentas de trabalho (P5)                                    | Tecnologista                      | Linha de montagem automática de <i>frames</i>                  | Jul         | Compra a fornecedor externo                                                                                             | 280€            |
| 5. Aquisição de 4 suportes para folhas e ripas HDF                                                 | Guardar as folhas de identificação do material do <i>Cutting</i> e ripas de HDF (P5)      | Tecnologista                      | Esquartejador as                                               | Mai         | Compra a fornecedor externo                                                                                             | 110€            |
| 6. Aquisição de 4 garfos com dentes com cabo de 2m                                                 | Soltar os elementos de HC no <i>buffer</i> (P8)                                           | Tecnologista                      | <i>Buffer</i> de saída das máquinas expansoras                 | Abr-Mai     | Compra a fornecedor externo                                                                                             | 36€             |
| 7. Instalação de sistema de aspiração de serrim                                                    | Diminuir a acumulação de serrim na zona de pré-montagem de ripas (P7)                     | Tecnologista                      | Linha de montagem automática de <i>frames</i>                  | Fev         | Compra a fornecedor externo                                                                                             | 600€            |
| 8. Alteração do método de identificação de cubos e criação de um sistema de identificação de ripas | Dificuldade em localizar materiais no <i>buffer</i> e troca de material a abastecer (P12) | Tecnologista/ Responsável de Área | Quadros de etiquetas de identificação (Corte e <i>buffer</i> ) | Abr-Mai     | Definição de famílias de produto e criação de etiquetas de identificação com atribuição de cores às diferentes famílias | 0€              |

|                                                                                  |                                                                                                |                     |                                      |            |                                                                           |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>9.</b> Alteração das etiquetas de identificação de paletes                    | Reduzir os campos a preencher pelos operadores (P13)                                           | Tecnologista        | Montagem <i>Frames e Coldpress</i>   | Fev        | Alteração do <i>template</i>                                              | 0€                |
| <b>10.</b> Criação de uma base de dados para o Corte                             | Recolha de dados de desempenho e determinar planos de corte otimizados (P 2 e 14)              | Tecnologista        | Corte                                | Jan-Mar    | Criação de um ficheiro para inserção de dados pelo <i>teamleader</i>      | 0€                |
| <b>11.</b> Aquisição de 10 réguas para as expansoras de HC                       | Auxiliar o ajuste da posição das guias e serras de corte e reduzir tempos de <i>setup</i> (P9) | Tecnologista        | Teste Favo/Cola                      | Jun        | Compra a fornecedor externo                                               | 520€              |
| <b>12.</b> Automatização do processo de <i>setup</i> das expansoras              | Reduzir o tempo de <i>setup</i> (P9)                                                           | Tecnologista        | Teste Favo/Cola                      | Indefinido | Compra a fornecedor externo                                               | Aguarda orçamento |
| <b>13.</b> Aquisição de elevadores de paletes com sistema automático de descarga | Melhorar condições ergo. PT e redução do tempo de descarga (P15)                               | Tecnologista        | Montagem BOF                         | Ago-Out    | Compra a fornecedor externo                                               | 176 150 €         |
| <b>14.</b> Automatização do abastecimento de <i>frames</i>                       | Redução do tempo de abastecimento e redução de custos com pessoal (P11)                        | Tecnologista        | Montagem Favo                        | Indefinido | Compra a fornecedor externo                                               | Aguarda orçamento |
| <b>15.</b> Normalização do processo produtivo                                    | Uniformizar a realização das tarefas (P1)                                                      | Tecnologista        | F&CP                                 | Jan-Jul    | Criação de SOS e WES para cada posto                                      | 0€                |
| <b>16.</b> Criação de instruções de parâmetros                                   | Variação de parâmetros usados nos 3 turnos (P2)                                                | Tecnologista        | F&CP                                 | Jan-Jul    | Criação de FP                                                             | 0€                |
| <b>17.</b> Criação de procedimentos para resolução de problemas                  | Uniformizar a resolução de problemas (P3)                                                      | Tecnologista        | F&CP                                 | Jan-Jul    | Criação de OPL                                                            | 0€                |
| <b>18.</b> Melhorar a polivalência dos operadores                                | Falta de competências dos operadores para realizarem diferentes tarefas (P4)                   | Tecnologista        | F&CP                                 | Jan-Jul    | Formação sobre as instruções de trabalho                                  | 0€                |
| <b>19.</b> Estabilização da linha de montagem automática                         | Aumento da eficiência (P7)                                                                     | Responsável de área | Montagem Automática de <i>Frames</i> | Mai - Jul  | Formação a todos os turnos por um operador especializado nos equipamentos | 0€                |

Os casos em que o custo da proposta é nulo referem-se a implementações realizadas internamente com valores desprezáveis para a empresa.

## 5.1 Organização e Limpeza dos Postos de Trabalho

No que respeita à organização e limpeza da área em geral, como referido anteriormente, os operadores já aplicam a ferramenta 5S's e apresentam ações com o intuito de melhorar o seu posto de trabalho. Foram feitas intervenções, como a marcação do chão para delimitar os espaços destinados para colocação de material, quadros de ferramentas, caixotes do lixo, entre outros (Figura 49).



Figura 49 - Delimitação *workstations* e zonas de trabalho.

Foram sinalizados locais de passagem, de forma a assegurar a circulação dos operadores em segurança, principalmente quando a mesma tem que ocorrer por cima dos rolos transportadores (Figura 50).



Figura 50 - Passadiços sinalizados para circulação nas linhas de rolos de cor amarela.

Além disso foi aplicada fita antiderrapante nestes locais, bem como nas escadarias de acesso às expansoras de HC de forma a evitar quedas ou deslizos nos degraus, tendo também sido colada fita zebrada amarela e preta como forma de sinalização neste local (Figura 51).



Figura 51 - Sinalização dos degraus e fita antiderrapante nos degraus.

Na secção de corte, foram aplicados suportes à entrada das esquartejadoras para que os operadores arrumem as folhas de identificação do material fornecido pelo *Cutting* (Figura 52). Foram ainda aplicados à saída dos equipamentos suportes idênticos, de dimensões superiores, com a função de armazenamento de ripas de HDF que são utilizadas no processo de paletização de material para estabilização deste no transporte: estas ripas são removidas dos paletes do material do *Cutting* à medida que o material é consumido e armazenadas nestes suportes para posteriormente serem reutilizadas na paletização do material que sai das esquartejadoras.

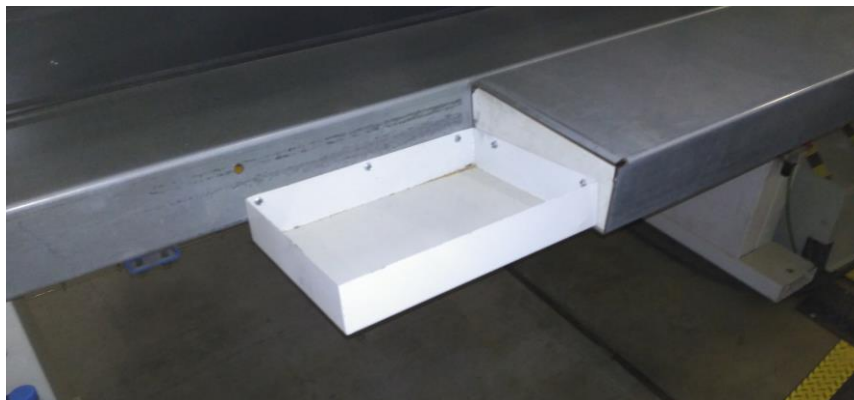


Figura 52 - Suporte de folhas.

Na área são disponibilizados em certos locais armários de arrumação que os operadores utilizam para colocarem objetos pessoais durante o horário de trabalho, ferramentas de trabalho e equipamentos de proteção individual quando abandonam o posto para as pausas de lanche/almoço. Na secção de *Frames*, no posto de montagem automática de *frames* os operadores não dispunham destes armários, pelo que os seus objetos encontravam-se muitas vezes pousados em cima de equipamentos ou no chão. Deste modo, colocaram-se armários para que os operadores pudessem armazenar os seus bens pessoais, bem como algumas peças suplentes da máquina para pequenas intervenções que são feitas por eles (Figura 53).



Figura 53 - Armário pessoal no posto de montagem automática de *frames*.

Como referido no capítulo anterior, um problema existente na área refere-se à falta de identificação das linhas de retorno do *buffer* entre *Frames* e *Coldpress* onde circulam materiais nos dois sentidos (tanto no sentido do processo produtivo como no sentido inverso). Para resolver este problema foram colocadas identificações em cada linha de rolos do *buffer* (Figura 54), diferenciando, por exemplo, as linhas para envio de *frames* para retrabalho, das linhas para envio de *baseboards*.



Figura 54 - Identificação de linhas do *buffer*.

Na zona de abastecimento de HC das expansoras foram colocados suportes para a arrumação das pistolas de cola-quente usadas para unir o HC (Figura 55).

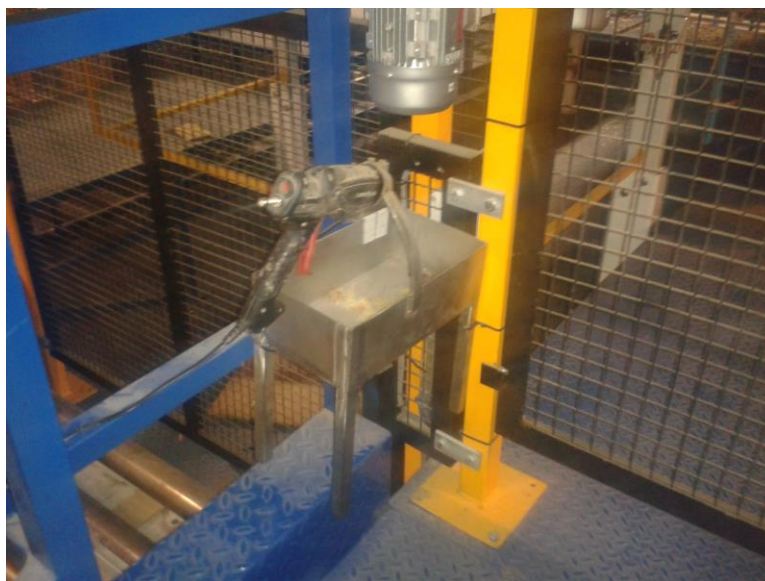


Figura 55 - Suporte para pistola de cola quente.

Desta forma a pistola tem um local definido para ser arrumada, evitando eventuais danos, e prevenindo o derrame de cola no espaço e no próprio HC.

Os operadores do teste de favo/cola são também responsáveis por recolher, uma vez por turno, a sucata de HC que é produzida no posto de montagem favo dos caixotes que se encontram junto a cada linha da *Coldpress* para o efeito, bem como a sucata produzida na plataforma das expansoras. Após a recolha o HC tem que ser enfardado e os fardos armazenados para posteriormente serem recolhidos. A sucata de HC era recolhida e transportada em sacos pelos operadores para o *Cutting* onde se encontrava o enfardador. De forma a eliminar esta deslocação colocou-se um enfardador debaixo da plataforma das expansoras (Figura 56), estando nas proximidades dos dois postos. Assim, a sucata é recolhida e enfardada na área da *Coldpress*.



Figura 56 - Enfardador de *honeycomb*.

A distância percorrida para enfardar o favo foi, portanto, reduzida de aproximadamente 100 para 20 metros.

## 5.2 Limpeza dos pratos de prensagem

De forma a resolver o problema relativo à produção de defeitos no processo de prensagem e evitar os danos dos pratos das prensas na rotina de limpeza das mesmas protegeu-se cada um destes com um plástico (Figura 57).



Figura 57 - Proteção dos pratos de prensagem com plástico.

Esta alteração permite que os vestígios de cola fiquem acumulados no plástico e não nos pratos. Deste modo o processo de limpeza passa a consistir na remoção do plástico com cola e aplicação de um novo plástico. Com a implementação desta rotina é preservado o equipamento e eliminado o desconforto a que os operadores eram sujeitos.

Relativamente ao tempo despendido com esta tarefa, alcançou-se uma redução de 1,5 horas em média por prato para 10 minutos.

Uma vez que os pratos têm uma área de  $3,9\text{m}^2$  isto representa um consumo de  $249,6\text{m}^2$  por mês para as 8 prensas, já que a limpeza ocorre mensalmente. O plástico tem um custo associado de 0,60 euros por  $\text{m}^2$  o que se traduz num custo mensal de 18,72 euros.

O custo com a mão-de-obra foi reduzido em 88,9%. No global o custo anual com a limpeza foi reduzido em 66,6%, como apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Comparação de custos antes e pós alteração da limpeza.

|                                                | Antes | Depois |
|------------------------------------------------|-------|--------|
| <b>Tempo limpeza das 8 prensas (horas/mês)</b> | 12    | 1,33   |
| <b>Material (plástico) (€/mês)</b>             | -     | 18,72  |
| <b>Custo MDO (€/hora)</b>                      | 7     | 7      |
| <b>Custo anual total (€)</b>                   | 1008  | 336,36 |

Por acréscimo, conseguiu-se que a tarefa passe a ser realizada mensalmente conforme o pretendido.

### 5.3 Sistema de identificação de ripas, cubos e paletes de *frames*

Com vista a melhorar o processo de abastecimento de cubos e ripas foi criado um novo sistema de identificação com cartões. Perante a grande diversidade de materiais foi necessário definir famílias de produto para posteriormente ser atribuído um cartão com uma determinada cor, e desta forma facilitar a identificação do material no *buffer* por parte do colaborador que efetua o abastecimento.

No caso dos cubos foram definidas famílias de acordo com a espessura e largura, sendo o comprimento a única variante do componente. Por exemplo, os cubos com espessura de 32 mm e largura de 22mm são identificados com um cartão azul. Assim o operador identifica rapidamente no *buffer* os materiais tendo que confirmar apenas o comprimento do cubo de acordo com a referência em produção. Na Tabela 9 estão definidas as famílias e a cor respetiva.

Tabela 9 - Sistema de identificação de cubos por espessura e largura.

| Cubos     |         |                   |
|-----------|---------|-------------------|
| Espessura | Largura | Cor               |
| 45        | 22      | Salmão            |
| 25        | 18      | Amarelo           |
| 32        | 22      | Azul              |
| 45        | 25      | Verde Claro       |
| 53        | 25      | Vermelho          |
| 25        | 25      | Rosa              |
| 45        | 45      | Verde             |
| 25        | 15      | Lilás             |
| 45        | 28      | Cinza             |
| 60        | 25      | Verde e amarelo   |
| 28        | 25      | Cinza e Branco    |
| 32        | 18      | Castanho e Branco |
| 25        | 28      | Azul e branco     |
| 38        | 25      | Branco            |
| 38        | 18      | Laranja           |

Foi ainda introduzido um método para identificação das ripas quando estas são colocadas nos carros de abastecimento. Deste modo, o operador que faz a reposição de ripas nos tabuleiros, identifica rapidamente qual a paleta no *buffer* da qual tem que recolher material. Neste caso, uma vez que a identificação se destina aos carros de abastecimento, e uma vez que a variedade de artigos em espessura/largura é menor, construíram-se famílias de ripas por espessura. Na Tabela 10 estão definidas as cores para cada família criada.

Tabela 10 - Sistema de identificação de ripas.

| RIPAS     |             |
|-----------|-------------|
| Espessura | Cores       |
| 25        | ROXO        |
| 45        | AZUL        |
| 32        | Salmão      |
| 44        | Branco      |
| 24        | Verde Claro |

Além de eliminar o problema de troca e localização de material no *buffer*, a utilização de um sistema de cor para os carros de abastecimento de ripas facilita também a identificação dos mesmos nos tabuleiros, permitindo ao operador do abastecimento encontrar com maior facilidade o tabuleiro que tem que reabastecer.

Relativamente às etiquetas utilizadas na identificação de paletes do posto de montagem de *frames* foi proposto e implementado um novo modelo de etiqueta no qual foram incluídos os seguintes dados: a quantidade de produção esperada por hora, o número de *frames* por palete; imagem do produto disponibilizado ao consumidor final (móvel montado). A Figura 58 representa um exemplo deste modelo, o qual pode ser observado com maior detalhe no Anexo III.

|  IKEA Industry                                                                                          |                                             | Etiqueta de Identificação |           |           |                                                               |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| FRAMES                                                                                                                                                                                   | NPC<br>138                                  | QT<br>28                  | Data<br>  | Linha<br> | Turno<br>                                                     | Referência                                                                          |
|                                                                                                                                                                                          | ET.nº 0000000      Nº Operador/Line Leader: |                           |           |           |                                                               | RW/ Reparada                                                                        |
| <div style="text-align: center;"> <h1>LKFRT01</h1> <p>FRAME-LK 55x55 TP Dpl</p> </div>                                                                                                   |                                             |                           |           |           |                                                               |                                                                                     |
| COLD PRESS                                                                                                                                                                               | QT<br>                                      | Data<br>                  | Linha<br> | Hora<br>  | 5023LKCP LKFRT01<br>Painel Tampa Lado 78x78-<br>789x789x50 mm |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                          | Nº Operador/Line Leader:                    |                           |           |           |                                                               |                                                                                     |
| EDGE BAND & DRILL                                                                                                                                                                        | QT<br>                                      | Data<br>                  | Linha<br> | Hora<br>  | Referência                                                    |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                          | Nº Operador/Line Leader:                    |                           |           |           |                                                               |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                          |                                             | Furação                   |           | Orlas     |                                                               | OK / RW                                                                             |
| LACQUERING                                                                                                                                                                               | * Face 1<br>                                | QT<br>                    | Data<br>  | Linha<br> | Turno<br>                                                     | Referência                                                                          |
|                                                                                                                                                                                          | ** Face 2<br>                               |                           |           |           |                                                               |                                                                                     |
| *** RW<br>                                                                                                                                                                               |                                             | Nº Operador/Line Leader:  |           |           |                                                               |                                                                                     |
| PINTURA                                                                                                                                                                                  |                                             | OK/ RW / Reparada         |           |           |                                                               |                                                                                     |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>EMBALADO</span> <span>DATA: / /</span> <span>TURNOS: / /</span> </div> <div style="text-align: right;">IP028-01</div> |                                             |                           |           |           |                                                               |                                                                                     |

Figura 58 - Novo modelo de identificação de paletes de *frames*.

Apesar de continuarem a ter que ser preenchidos quatro campos, existem alguns pontos que eliminam a dúvida e o erro. A inclusão da quantidade de produção esperada por hora para a referência permite que os operadores ajustem o seu ritmo de trabalho para poderem corresponder ao objetivo teórico, uma vez que era recorrente o *teamleader* ser questionado acerca deste valor. A referência do produto que deveria ser colocada na *Coldpress* é também automaticamente preenchida.

Uma vez que a quantidade por paleta é já fornecida nas etiquetas previne-se que sigam estruturas a mais ou a menos na paleta o que poderia provocar problemas de qualidade na fase de prensagem uma vez que este processo segue critérios de altura da paleta.

Ao ser colocada a imagem do móvel, para o qual o componente em produção está a ser produzido, pretende-se motivar os operadores e dar-lhes a conhecer o resultado do seu trabalho.

Um problema que foi detetado com a análise desta parte final da montagem de *frames* foi a necessidade dos operadores terem que contar repetidamente o número de *frames* que estava nas paletes para saberem se a quantidade pretendida estava a ser respeitada. Contudo, como esta contabilização de peças era feita várias vezes enquanto a paleta era construída, tal traduzia-se em tempo desperdiçado.

Para resolver esta situação foi disponibilizada 1 régua em cada tabuleiro com uma escala métrica, tendo sido posteriormente aplicadas etiquetas a assinalar a altura da paleta para as diferentes referências, de forma a reduzir ao mínimo o tempo despendido para a confirmação da quantidade de peças. Assim, para fazer a confirmação pousa-se a régua em cima da *baseboard* e verifica-se a altura da paleta ou a etiqueta da referência do produto (Figura 59).



Figura 59 - Régua para medição da altura de paletes de *frames*.

#### 5.4 Base de dados relativos ao Corte

Perante a falta de dados relativos ao desempenho dos processos decorridos no corte foi desenvolvida uma base de dados para preenchimento diário pelos *teamleaders* de cada turno.

Esta base de dados tem como objetivo a recolha dos valores dos indicadores de desempenho de forma a identificar problemas desconhecidos e a formular planos de ações corretivas a estes problemas.

O primeiro passo para a construção desta base de dados foi o levantamento junto dos *teamleaders* de todos os planos de corte existentes detalhando vários aspetos: quais as características da ripa de *input* fornecida pelo *Cutting*, ou seja, espessura, largura e comprimento; a quantidade de ripas de *input* que são abastecidas por ciclo em largura e altura da máquina tendo em conta as suas limitações; o valor de corte inicial, tendo em conta que antes de processadas as ripas sofrem um primeiro corte para remover imperfeições; os semiprodutos resultantes em cada plano, especificando a referência, espessura, largura, comprimento e a quantidade de componentes deste tipo resultantes de uma ripa de *input* num ciclo; e por fim a existência ou não de um corte final. Os cortes inicial e final representam o desperdício associado ao plano. Na Figura 60 são apresentados alguns planos de corte com a respetiva descrição, que podem ser analisados com maior detalhe no Anexo IV.

| Planos         | Tamanho Ripa | Tempo preparação Segundos sem cortes | Espessura | Largura   | QT Max Altura | QT Max Largura | Capacidade Max Omega | Corte inicial | QT Corte    | Semi-Produto   | Codigo       | Comprimento | Largura  | Espessura | QT Cortes | QT Ripas |
|----------------|--------------|--------------------------------------|-----------|-----------|---------------|----------------|----------------------|---------------|-------------|----------------|--------------|-------------|----------|-----------|-----------|----------|
| PLANO 1        | 2260         | 6,34                                 | 28        | 32        | 3             | 7              | 21                   | 35            | 1           | PLANO 1 – SP A | E-389*32*28  | 389         | 32       | 28        | 2         | 42       |
| PLANO 2        | 2240         | 6,30                                 | 12        | 45        | 8             | 5              | 40                   | 30            | 1           | PLANO 2 – SP C | E-1108*45*12 | 1108        | 45       | 12        | 1         | 40       |
| PLANO 3        | 2438         | 6,70                                 | 18        | 25        | 5             | 9              | 45                   | 12            | 1           | PLANO 3 – SP E | E-1051*25*18 | 1051        | 25       | 18        | 2         | 90       |
| PLANO 4        | 1915         | 5,64                                 | 22        | 25        | 4             | 9              | 36                   | 16            | 1           | PLANO 3 – SP H | E-466*25*22  | 466         | 25       | 22        | 4         | 144      |
| Semi-Produto   | Codigo       | Comprimento                          | Largura   | Espessura | Qt Cortes     | QT Ripas       | Semi-Produto         | Codigo        | Comprimento | Largura        | Espessura    | Qt Cortes   | QT Ripas |           |           |          |
| PLANO 1 – SP B | E-1368*32*28 | 1368                                 | 32        | 28        | 1             | 21             |                      | #N/D          | 0           | 0              | 0            |             | 0        |           |           |          |
| PLANO 2 – SP D | E-530*45*12  | 530                                  | 45        | 12        |               | 0              |                      | #N/D          | 0           | 0              | 0            |             | 0        |           |           |          |
| PLANO 3 – SP F | B-83*25*18   | 83                                   | 25        | 18        | 3             | 135            | PLANO 3 – SP G       | B-44*25*18    | 44          | 25             | 18           | 2           | 90       |           |           |          |
|                | #N/D         | 0                                    | 0         | 0         |               | 0              |                      | #N/D          | 0           | 0              | 0            |             | 0        |           |           |          |

Figura 60 - Exemplos de plano de corte.

Para além dos dados acima referidos, foi necessário recolher os dados relativos à esquartejadora. Estes dados, apresentados na Tabela 11, são valores que permitem determinar algumas medidas para cada um dos planos.

Tabela 11 - Constantes características da esquadrejadora.

| <i>Standard Carrinho CN</i> |                   |                                           |                  |                            |                 |                    |                                    |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------------------|------------------|----------------------------|-----------------|--------------------|------------------------------------|
| Tamanho ripa (mm)           | Tempo descida (s) | Tempo movimento horizontal sem cortes (s) | Tempo subida (s) | Tempo Total sem cortes (s) | Tempo corte (s) | Tamanho serra (mm) | Tamanho serra <i>standard</i> (mm) |
| 2800                        | 0,85              | 5,65                                      | 0,92             | 7,43                       | 2,75            | 4                  | 3,50                               |

O tamanho da ripa refere-se ao comprimento máximo da ripa à entrada da esquadrejadora. A esquadrejadora possui um carro que se posiciona na extremidade da ripa de *input* oposta às serras de corte e que empurra o material à medida que este é cortado (comprimento diminui). Este carro realiza movimentações em vazio nomeadamente de subida, de deslocação horizontal ao longo da mesa de entrada do equipamento e de descida, posicionando-se assim em contacto com a extremidade do lote de ripas. O tempo total de movimentações sem processamento é de 7,43 segundos, dos quais 0,85 segundos se referem ao tempo de descida, 5,65 segundos ao tempo de movimento horizontal do carro e 0,92 segundos ao tempo de subida, como se verifica na Tabela 11. O tempo de corte está também definido em 2,75 segundos.

A espessura da serra *standard* – 3,5 mm – é um dado importante para determinar o desperdício invisível, isto é, o desperdício que resulta dos múltiplos cortes e que não é possível quantificar: o serrim.

Com os dados descritos é possível criar uma folha de dados em que para cada plano de corte se determina, o tempo de preparação sem cortes, a capacidade máxima à entrada da máquina, o desperdício de corte, o tempo de ciclo, a quantidade de artigos resultantes num ciclo, a produção por hora, os m<sup>2</sup> consumidos e o desperdício resultante.

Finalizada esta compilação de planos, criaram-se folhas para o registo diário dos dados de produção por parte dos *teamleaders*. Nesta folha são introduzidos os dados de identificação – data, equipa, turno, linha (esquadrejadora) – bem como os dados relativos à produção. Na Tabela 12 estão listados todos os dados que o *teamleader* de cada equipa tem que registar no final de cada turno de trabalho.

Tabela 12 – Dados de produção a registar na secção de corte.

| <b>Registo diário de dados por turno</b>                       |
|----------------------------------------------------------------|
| <b>Dados de Identificação</b>                                  |
| <b>Planos de corte</b>                                         |
| <b>Espessura de serra utilizada em cada plano</b>              |
| <b>Sucata medida num dos ciclos por plano</b>                  |
| <b>Quantidade <i>output</i> por semiproduto por plano</b>      |
| <b>Tempo de produção de cada plano</b>                         |
| <b>Tempo de paragens para reuniões, formações e refeições</b>  |
| <b>Tempo de paragem por falta de material</b>                  |
| <b>Tempo para a realização de manutenção</b>                   |
| <b>Tempo de <i>setup</i> de produto</b>                        |
| <b>Tempo de <i>setup</i> de serra</b>                          |
| <b>Tempos de paragem por avaria</b>                            |
| <b>Tempos de paragem para ajustes</b>                          |
| <b>Tempo de execução de <i>trials</i> (produções em teste)</b> |
| <b>Paragens planeadas</b>                                      |

Ao ser introduzido o código do plano de corte o ficheiro retorna automaticamente da base de dados os valores pré-definidos para esse plano: tamanho da ripa de *input*; valor dos cortes inicial e final; quantidade de cortes realizados; quantidade de semiproduto por minuto; os m<sup>2</sup> produzidos por ciclo; quantidade de semiproduto produzido num ciclo; e os m<sup>2</sup> de desperdício por ciclo.

Com estes dados é possível determinar:

- Número de ciclos realizados por plano, obtido através do quociente entre a quantidade produzida e a quantidade obtida por ciclo - NC;
- Tempo total de paragem da produção, obtido do somatório dos tempos de paragem em cada plano - Tparagens;
- Tempo total de produção (TP<sub>TOTAL</sub>), obtido do somatório do tempo de produção (TP) dos diferentes planos ao longo do turno;
- O tempo disponível do turno (TT), resultante da soma dos tempos de paragens planeadas (PP), paragens da produção e tempo total de produção;
- O *output* esperado para cada plano, bem como o *output* esperado da totalidade dos planos em produção e o *output* real;
- O total de m<sup>2</sup> de desperdício por plano.

Posto isto é possível determinar o desempenho das equipas, ou seja, é possível determinar a performance, disponibilidade e eficiência da equipa. Para determinar a performance da equipa num turno é determinada a performance por plano:

$$Performance\ do\ plano = \frac{Output\ real}{Output\ esperado \times tempo\ de\ produção\ do\ plano}$$

Assim, a performance do plano no tempo total de produção será dada por:

$$Performance\ do\ plano\ no\ turno = \frac{Output\ real}{Output\ esperado \times tempo\ total\ de\ produção}$$

A performance da equipa no turno resulta do somatório das performances dos planos no turno.

A disponibilidade da equipa no turno será dada pelo quociente entre o tempo total de produção (TP<sub>TOTAL</sub>) e a diferença entre o tempo do turno (TT) e as paragens planeadas (PP).

Por fim, a eficiência resulta do produto da performance e disponibilidade.

Todos estes dados são determinados automaticamente no ficheiro construído com este objetivo após a introdução dos dados da equipa.

De forma a validar a base de dados criada, procedeu-se à cronometragem do tempo de corte dos lotes para alguns dos planos existentes. Esta recolha de tempos confirmou a eficácia da base de dados.

Após a implementação desta base de dados do corte de material, foi feita uma análise dos dados recolhidos nos meses seguintes. Com esta análise, conjuntamente com a previsão dos volumes de produção no ano fiscal de 2016, foi possível detetar que existia falta de capacidade de produção desta secção. Na Tabela 13 apresentam-se as necessidades em linhas (esquartejadoras) para o próximo ano fiscal.

Tabela 13 - Capacidade de produção do corte.

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>Nº dias/ano</b>                              | 217       |
| <b>Nº turnos/dia</b>                            | 3         |
| <b>Capacidade por turno por linha (uni)</b>     | 86257     |
| <b>Produção esperada FY16 (uni)</b>             | 137890370 |
| <b>Nº de linhas necessárias por turno (uni)</b> | 2,46      |
| <b>Nº de linhas necessárias por dia (uni)</b>   | 7,37      |

Pela análise dos dados apresentados na tabela anterior verifica-se que para fazer face à necessidade de produção de 137.890.370 peças são necessárias 2,46 linhas, isto é, 3. Posto isto, conclui-se que há a necessidade de aquisição de uma nova esquartejadora e a alocação de mais 2 operadores ao posto.

Perante este cenário foi planeada a compra de uma terceira esquartejadora para instalação no início do ano fiscal de 2016.

### 5.5 Abastecimento do posto Montagem Favo

No posto Montagem Favo foram identificados dois problemas relativos ao abastecimento de materiais: elementos de HC acumulados a meio da rampa de abastecimento e o processo de abastecimento de *frames* à linha.

Relativamente à questão do HC acumulado, a solução mais prática que se encontrou foi a aquisição de garfos extensíveis para que quando os elementos de HC ficam retidos no *buffer* os operadores possam recorrer a este instrumento e puxar os elementos para a zona de recolha da montagem favo (Figura 61).



Figura 61 - Utilização de garfo extensível para deslocação de HC para a saída do *buffer*.

Desta forma, para além de eliminar as paragens por falta de elementos de HC, a solução que os operadores utilizavam – abanar a rampa – deixa de ser aplicada, salvaguardando a segurança dos colaboradores quer no posto, quer nas áreas circundantes e prevenindo a degradação das estruturas de suporte das rampas.

No que respeita aos problemas associados ao abastecimento de *frames* à linha foi proposta a implementação de um sistema automático ou semiautomático para executar esta tarefa. Com esta proposta pretende-se eliminar os fatores de risco dos colaboradores, mas além disso, reduzir o número de operadores alocados ao posto: uma vez que usualmente estão no posto dois operadores – um a introduzir favo nas estruturas e outro que intercala esta atividade com o abastecimento dos *frames* - a instalação deste sistema permite reduzir 1 operador no posto, sendo que só em situações esporádicas seria necessária a presença de um segundo colaborador para apoiar na tarefa de introdução do favo.

Com este sistema pretende-se também reduzir paragens por falta de estruturas na linha devido ao tempo necessário para fazer a reposição das mesmas. Estas movimentações deixariam de existir reduzindo-se o desperdício com tempos improdutivos e possibilitando o aumento da capacidade de produção.

A proposta implementação do sistema de abastecimento de *frames* foi aceite pela empresa, estando contudo a aguardar a implementação por restrições de orçamento.

## 5.6 Sistema de sinalização luminosa

Um dos problemas identificados nas linhas da *Coldpress* refere-se ao facto de ocorrerem falhas no abastecimento de elementos de HC ao posto de montagem favo ou abastecimento dos mesmos com parâmetros fora das especificações.

Como foi descrito, devido às tarefas que lhe são atribuídas, o operador do posto Teste de favo/cola pode não ter perceção da ocorrência destas anomalias e existe a dificuldade por parte dos operadores do posto de montagem favo em contactá-lo.

Para resolver esta questão foi proposta a instalação de um sistema de sinalização luminosa, acionado pelos colaboradores no posto de montagem favo, com vista a alertar o operador das expansoras que existe algum problema.

Assim a proposta passa pela instalação de uma luz luminosa à altura das expansoras, para que esta seja visível quando o operador do teste de favo/cola esteja na plataforma, em locais em que não tem visibilidade para a linha, ou na zona de testes de cola.

Existem 4 postos de montagem favo, podendo os postos das linhas 1 e 2 serem abastecidos por uma terceira expansora. Neste caso, a solução passará pela instalação da sinalização por linha:

os operadores do posto montagem favo podem acionar a lâmpada referente à linha onde operam, através de um botão, alertando o operador de teste de favo/cola para a ocorrência de um problema com o abastecimento de HC àquela linha.

A empresa aceitou a proposta não tendo sido implementada a tempo da conclusão deste projeto.

### 5.7 Proposta de um sistema de ajustes das expansoras semiautomático

O processo de *setup* das expansoras de HC caracteriza-se pela falta de precisão de ajustes que origina sucata de HC e longos tempos de paragem para realização destas alterações.

A abordagem a este problema passa pela alteração de ajustes de posição manuais para semiautomáticos.

Para tal, numa primeira fase foram fixadas réguas no equipamento (Figura 62), que eliminam a utilização da fita-métrica e permitem ajustes precisos. A instalação das réguas permite que o operador posicione as guias/serras controlando este parâmetro pela régua e não necessitando de fazer o controlo com a fita-métrica. Assim, as posições são ajustadas eficazmente, não havendo necessidade de repetição do processo.



Figura 62 - Réguas fixas na expansora para ajuste de guias e serras de corte.

Com a implementação das réguas foi também possível rever os parâmetros de ajustes que existiam e estavam desatualizados, permitindo diminuir a margem de erro associada à utilização dos parâmetros anteriores.

Após esta implementação, numa segunda fase, propôs-se a alteração do ajuste para que este possa ser realizado pela parte de fora do gradeamento de segurança. Desta forma, elimina-se a necessidade de acesso ao interior do equipamento e obtém-se um ganho de 2 minutos (referente ao tempo de abertura das proteções).

Além disso, propõe-se que a movimentação das guias e das serras passe a ser feita de forma semiautomática, isto é, que para alterar a posição o operador possa deslocar estes equipamentos recorrendo a um comando. Pretende-se que o operador movimente os equipamentos até estes se posicionarem no local pretendido, controlando este parâmetro através das réguas instaladas. Neste cenário pretende-se ainda que o ajuste das serras, quando necessário, possa decorrer em simultâneo com o ajuste das guias.

Esta segunda alteração não foi implementada por restrições de orçamento disponível no ano fiscal que decorria. Contudo, foi aceite e será implementada posteriormente.

Os ganhos iniciais com a introdução das réguas traduziram-se:

- na redução do tempo de ajuste das guias para uma média de 30 segundos, e a redução do tempo de ajuste das serras (considerando a utilização das duas) para cerca de 1 minuto e 57 segundos;
- na eficácia da realização dos ajustes pelo aumento de precisão e consequentemente eliminação da necessidade de repetição do processo.

Após consulta a alguns fornecedores, considerando uma situação em que ocorra ajuste de guias e das duas serras, chegou-se a um valor estimado para a realização de todas as operações de 30 segundos. Na Tabela 14 apresentam-se os diferentes cenários para uma mesma situação de ajuste de guias e duas serras.

Tabela 14 - Tempos de ajuste nas expansoras.

|                                    | Cenário Inicial | Aplicação de réguas | Ajuste semiautomático |
|------------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|
| <b>Abertura proteções (min)</b>    | 2               | 2                   | -                     |
| <b>Ajuste guias/serras (min)</b>   | 10,35           | 2,45                | 0,5                   |
| <b>Tempo total de ajuste (min)</b> | 12,35           | 4,45                | 0,5                   |

Assim, tendo em conta que as operações de *setup* de produto se realizam em média 5 vezes por turno, considerando uma média de 2 repetições de ajustes por *setup*, para uma situação de ajuste de guias e as duas serras o cenário inicial representa anualmente um tempo despendido nestas operações de 2952 horas:

$$0,41h \times 2 \text{ repetições} \times 5 \text{ ajustes} \times 3 \text{ turnos} \times 5 \text{ dias} \times 48 \text{ semanas} = 2952h/\text{ano}$$

A implementação das réguas representa a redução deste valor para 540 horas/ano e quando o modo de ajuste for semiautomático o tempo despendido em ajustes de posição representarão 61,2 horas/ano.

## 5.8 Sistema de descarga no posto de Montagem BOF

No posto Montagem BOF foram identificados dois problemas principais: as más condições ergonómicas do posto a que os operadores estão expostos durante a construção das paletes, principalmente nas linhas em que são utilizados o elevador “*Sinnerlig*” e os elevadores “originais”; a operação de descarga da paleta que representa igualmente riscos ergonómicos e de segurança para os operadores, bem como aumenta o intervalo de tempo para construção e transferência da paleta de elementos BOF para a prensagem (comprometendo o tempo de abertura de cola de 10 minutos).

Neste sentido, a proposta apresentada passa pela substituição do elevador “*Sinnerlig*” e dos elevadores “originais” por elevadores com as mesmas características do elevador “ergonómico”. Esta alteração visa melhorar as condições de trabalho dos operadores, durante a construção da paleta BOF uma vez que as características deste elevador permitem a sua adaptação às diferentes referências produzidas.

Além desta alteração, propôs-se a automatização da descarga dos elevadores “ergonómicos”. Devido a restrições de orçamento, foram apenas preparados dois postos de montagem BOF para implementar estas melhorias. Posteriormente serão alterados os 2 postos restantes.

No posto em que existe já o elevador “ergonómico” foi feito um aumento do fosso onde o elevador está instalado. Esse aumento encontra-se sobre a zona de trabalho do operador da saída do elevador. Neste local instalou-se uma plataforma que se moverá transversalmente. Debaixo desta plataforma será colocada uma mesa, igual às mesas que constituem o elevador de paletes, que subirá ao nível de descarga para permitir a transferência da paleta do elevador para o carro

de transferência (que faz o abastecimento das prensas), substituindo assim o carro manual que os operadores tinham que posicionar manualmente.

O processo de descarga apenas se inicia com o comando do operador de saída: após a conclusão da paleta, o operador da saída do elevador, abre a porta de segurança, desloca-se aos comandos do posto, localizados a uma distância de segurança da zona de saída, e aciona o comando de descarga. Para dar início à descarga o operador carrega no botão para o efeito, mantendo-o premido até a finalização da operação.

Assim que se inicia o processo, o elevador posiciona-se à altura de descarga, a plataforma sobre a mesa de transferência move-se e a mesa eleva-se ao nível de descarga. Os rolos que constituem as mesas do elevador e de transferência são acionados e a paleta é transportada até à entrada do carro de transporte. Quando os sensores do carro de transporte detetam a paleta, os seus rolos são acionados e movimentam a paleta até esta se encontrar totalmente em cima do carro.

No fim de todo o processo, o operador aciona outro comando fazendo com que a mesa de transferência baixe e a plataforma se coloque sobre ela. Assim que este ciclo termina o operador fecha a porta de segurança e retoma o seu posto.

Na Tabela 15 são apresentados os tempos de descarga dos diferentes tipos de elevador e o tempo estimado para elevador “ergonómico” com descarga automática. Uma vez que o tamanho do painel BOF irá influenciar o tempo de descarga, são considerados os tempos para a utilização de duas dimensões de *baseboard* diferentes.

Tabela 15 - Tempos de descarga de paleta BOF.

| Descarga de paletes BOF                   |                  |              |
|-------------------------------------------|------------------|--------------|
| Dimensão de <i>baseboard</i>              | (800*820mm)      | (1220*800mm) |
|                                           | Tempo (segundos) |              |
| Descarga do elevador “original”           | 22,60            | 33,90        |
| Descarga do elevador “ <i>Sinnerlig</i> ” | 22,71            | 34,06        |
| Descarga do elevador “ergonómico”         | 29,18            | 43,77        |
| Tempo estimado de descarga automática     | 18,20            | 27,40        |

Como se comprova pela tabela acima, com a instalação da descarga automática prevê-se uma redução de aproximadamente 26% no tempo da operação.

Tendo em conta que em média são produzidas 177 paletes neste posto por turno, e por isso a descarga é realizada o mesmo número de vezes, é possível um ganho de aproximadamente 48 minutos/turno relativamente ao pior cenário (43,77 segundos/descarga). Assim, e uma vez que existem 2 operadores no mesmo posto que têm que aguardar a finalização da descarga, é possível determinar uma poupança de 8064€/ano.

## 5.9 Normalização do processo produtivo

Após a exposição das propostas anteriores, no presente subcapítulo são apresentadas as melhorias que se visam responder ao principal objetivo deste projeto: normalização dos processos produtivo da área *Frames&Coldpress*. Algumas das propostas descritas nos capítulos anteriores serviram como forma de preparação para a normalização pretendida. A seguir, é apresentado um conjunto de propostas que visa a uniformização do processo produtivo, dos parâmetros de produção e das metodologias para resolução de problemas.

A uniformização dos processos passa pela definição do melhor método de trabalho para que todos os operadores executem as mesmas tarefas de igual forma e que seja alcançada uma maior rapidez na execução das mesmas e melhor qualidade do processo. Para alcançar esta uniformização foram criados documentos normalizados, nomeadamente *Work Element Sheet* (WES), *Standard Operation Sheet* (SOS), Folha de Parâmetros (FP) e *One Point Lesson* (OPL). Após a elaboração destes documentos procedeu-se à formação teórica e prática relativa à informação contida nos documentos. A formação é uma ferramenta importante na criação de polivalência dos operadores.

A correta elaboração das instruções de trabalho normalizadas dependeu do trabalho de uma equipa constituída para este fim dos quais faziam parte o formador e tecnologista da área.

Definida a equipa de trabalho procedeu-se a uma divisão das tarefas por posto e, segundo o modelo de trabalho IKEA *Industry Portugal*, por rotinas de trabalho. As tarefas de trabalho foram então divididas pelas rotinas de Arranque, Execução, Fecho, Resolução de Problemas, Setup, 1ª peça OK e a Manutenção de 1º Nível, sendo que para o objetivo pretendido apenas interessa aborda as quatro primeiras. As rotinas de Arranque e Fecho foram ainda subdivididas

em Arranque/Fecho de turno ou semanal, uma vez que existem tarefas diferentes para esses dois tipos de rotina.

O primeiro passo na elaboração das instruções passou pela realização de entrevistas. Por cada posto de trabalho, foram entrevistados 3 operadores para que se recolhesse toda a informação necessária relativamente à forma como as tarefas eram executadas nas diferentes rotinas. Recolhida a informação o formador e tecnologista da área procediam à análise da mesma e definiam o método mais eficaz para executar as tarefas. Terminado este processo elaboravam-se as instruções.

#### 5.9.1 *Standard Operation Sheet*

As *Standard Operation Sheets* (SOS) correspondem a documentos que enumeram cada operação que o operador de um dado posto tem que executar ao longo da rotina de trabalho. Cada rotina de trabalho tem por isso associada uma SOS.

Na SOS é ainda definido o tempo padrão para a realização de um ciclo (conjunto de tarefas da rotina). Para determinar o tempo padrão recorreu-se à cronometragem de tempos, fazendo-se 5 registos de um operador por turno (3 operadores). Os dados recolhidos eram posteriormente validados, definindo-se o grau de confiança, o fator de atividade e a avaliação subjetiva da destreza e esforço (cargas, repetições, entre outros) do operador, condições do posto de trabalho (por exemplo luminosidade, obstáculos e temperatura) e consistência na execução das tarefas.

Na Figura 63 está representado um exemplo de uma *Standard Operation Sheet*. A SOS apresentada corresponde ao Anexo V.

| BOS Industry<br>Paços de Ferreira                                             |      | Standard Operating Sheet                                                                    |          |                       | DATA<br>Aprovação |                    | 18-05-2015                                                                                                                                                                  |                        | SOS-2509 |                       | 01 |                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|-----------------------|----|-----------------------|--|
| FÁBRICA:                                                                      |      | ÁREA:                                                                                       |          | LINHA:                |                   | POSTO TRABALHO:    |                                                                                                                                                                             | DESIGNAÇÃO DO PRODUTO: |          | TEMPO TOTAL<br>ROTINA |    | INFORMAÇÃO ADICIONAL: |  |
| LacquerPrint e Foli                                                           |      | BOS_Frames_CP                                                                               |          | Prensas               |                   |                    |                                                                                                                                                                             |                        |          | 00:05:00              |    |                       |  |
| <b>PROCESSO</b><br><b>L&amp;P - F&amp;CP - Coldpress - Prensas - Execução</b> |      |                                                                                             |          |                       |                   |                    |                                                                                                                                                                             |                        |          |                       |    |                       |  |
| Nº                                                                            | WES  | Atividade                                                                                   | Variação | Tempo de<br>atividade | Caminha           | Tempo<br>Acumulado | Pontos Chave                                                                                                                                                                |                        |          | Layout                |    |                       |  |
| 1                                                                             |      | Inspeccionar a paleta BOF no carro de transporte (enviada pelas Operadoras da Montagem BOF) |          | 00:01:00              |                   | 00:01:00           | Verificar o número de elementos BOF definido na FP-169, se os elementos estão todos alinhados e sem defeitos visíveis (caixilho aberto, efeito barriga, efeito banana, etc) |                        |          |                       |    |                       |  |
| 2                                                                             | 3772 | Verificar pressão e tempo de prensagem                                                      |          | 00:01:00              |                   | 00:01:00           |                                                                                                                                                                             |                        |          |                       |    |                       |  |
| 3                                                                             | 3767 | Iniciar processo de prensagem                                                               |          | 00:00:17              |                   | 00:00:17           |                                                                                                                                                                             |                        |          |                       |    |                       |  |
| 4                                                                             | 3781 | Preencher a etiqueta de identificação da paleta BOF                                         |          | 00:01:00              |                   | 00:01:00           | IP-028                                                                                                                                                                      |                        |          |                       |    |                       |  |
| 5                                                                             | 3780 | Separar dos BOF e envio para o buffer                                                       |          | 00:00:18              |                   | 00:00:18           |                                                                                                                                                                             |                        |          |                       |    |                       |  |
| 6                                                                             | 3776 | Colocação de saco e ficha de identificação na paleta                                        |          | 00:00:24              |                   | 00:00:24           |                                                                                                                                                                             |                        |          |                       |    |                       |  |
| 7                                                                             | 4108 | Preencher folha de produção hora a hora                                                     | 8        | 00:01:00              |                   | 00:01:00           | IP-022-02 Ao fim de cada hora de produção                                                                                                                                   |                        |          |                       |    |                       |  |
| Notas:                                                                        |      |                                                                                             |          | Total                 |                   | 00:05:00           | 00:00:00                                                                                                                                                                    |                        |          |                       |    |                       |  |
| <b>AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:</b><br>                                         |      |                                                                                             |          | <b>Observações:</b>   |                   |                    |                                                                                                                                                                             |                        |          |                       |    |                       |  |

Figura 63 - Exemplo de SOS.

Na SOS da Figura 63 verifica-se que algumas das operações que constituem a SOS estão associadas a *Work Element Sheets*. Isto verifica-se quando a operação da rotina é composta por um conjunto de atividades que devem ser detalhadas.

### 5.9.2 *Work Element Sheet*

As *Work Element Sheets* (WES) contêm a descrição detalhada de todos os elementos de uma determinada tarefa a realizar. Assim, quando uma determinada operação referida numa SOS comporta a realização de um conjunto de elementos, é elaborada uma WES. Na Figura 64 apresenta-se um exemplo de WES que pode ser analisada com maior detalhe no Anexo VI.

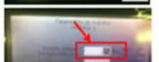
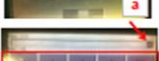
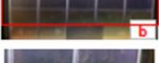
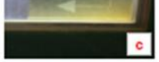
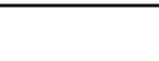
|  IKEA Industry<br>Paços de Ferreira |                                                                                   | <b>Work Element Sheet</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                 | Data de Aproveção<br>22-01-2015                                                       | NES-3772 00           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| FÁBRICA: Laquer&Print                                                                                                |                                                                                   | ÁREA: Frames&ColdPress                                                                                       | LINHA/POSTO TRABALHO: Pressas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:                                          | ELABORADO POR:                                                                        | APROVADO POR:         |
| <b>PROCESSO</b>                                                                                                      |                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>F&amp;C_Ajuste de pressão e tempo de prensagem - Prensas</b> |                                                                                       | INFORMAÇÃO ADICIONAL: |
|                                                                                                                      |                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ARRANQUE                                                        |                                                                                       | EXECUÇÃO              |
|                                                                                                                      |                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | SET UP                                                          |                                                                                       |                       |
| Nº                                                                                                                   | Símbolo                                                                           | Atividade, O quê?                                                                                            | Pontos chave, Como?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Porquê?                                                         | Ilustrações                                                                           |                       |
| 1                                                                                                                    |  | Selecionar a prensa                                                                                          | No painel de controlo, selecionar a opção referente ao número de prensa a ajustar: Prensa 1; Prensa 2; Prensa 3; Prensa 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Para fazer o ajuste da prensa pretendida                        |    |                       |
| 2                                                                                                                    |  | Introduzir o valor de pressão                                                                                | Com o passo anterior, surgirá no ecrã a janela "Parâmetros de trabalho". Nesta janela selecionar o campo "Pressão Colagem" (a) e introduzir, com o teclado (b), o valor de pressão de acordo com a FP-163. Carregar na tecla para voltar à janela de parâmetros (c).                                                                                                                                                              | Para fazer o ajuste de pressão, introduzindo o valor correcto   |    |                       |
| 3                                                                                                                    |  | Introduzir o tempo de prensagem                                                                              | Na janela "Parâmetros de trabalho" selecionar o campo "Tempo de colagem" (d) e introduzir o número de minutos que a prensa deverá operar a paletê com o teclado (e), tendo em conta que o tempo standard são 10 minutos e que o valor tem que estar definido, obrigatoriamente, no intervalo de tempo [8; 12] minutos. Carregar na tecla para regressar à janela de parâmetros (c) e na tecla para regressar ao menu inicial (e). | Para fazer o ajuste de tempo, introduzindo o valor correcto     |    |                       |
|                                                                                                                      |                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                 |    |                       |
|                                                                                                                      |                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                 |    |                       |
|                                                                                                                      |                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                 |    |                       |
|                                                                                                                      |                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                 |   |                       |
|                                                                                                                      |                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                 |  |                       |
| AJUDAS EHS / CHAVE:                                                                                                  |                                                                                   |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | LAYOUT:                                                         |                                                                                       |                       |

Figura 64 - Exemplo de WES.

Alguns elementos que compõem as WES, como, por exemplo, operações de ajuste, dependem ainda da consulta de outro documento: as folhas de parâmetros.

### 5.9.3 Folhas de Parâmetros

As Folhas de Parâmetros (FP) são constituídas por informações relativas aos parâmetros do processo. São exemplos de FP's instruções com parâmetros de ajuste dos equipamentos (como velocidade, temperatura, entre outros) bem como os respetivos valores, acondicionamento de matérias-primas, gramagens de cola, etc. Na Figura 65 apresenta-se um exemplo de FP, correspondente ao Anexo VII.

|                                                                                                                      |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |                        |          |                                            |            |                                                                          |      |       |       |       |     |     |    |   |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------|----------|--------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-----|-----|----|---|---------------------|
|  IKEA Industry<br>Paços de Ferreira |                | <h2>Folha de Parâmetros</h2>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |                        |          | Data Aprovação: 03-02-2015<br>Tempo Total: |            | PP-153 07<br>ELABORADO POR: [Redacted]<br>APROVADO POR: [Redacted]       |      |       |       |       |     |     |    |   |                     |
| FÁBRICA:                                                                                                             | Lacquer&Print  | Área:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Frames | LINHA/ POSTO TRABALHO: | Wikoma   | DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:                     | Todos      | INFORMAÇÃO ADICIONAL: introdução do range SINNERLIG (Alterações produto) |      |       |       |       |     |     |    |   |                     |
| PROCESSO                                                                                                             |                | PARAMETROS WIKOMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |                        |          |                                            |            |                                                                          |      |       |       |       |     |     |    |   |                     |
| Frame                                                                                                                | Código FRAME   | Dados Honey Comb                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |                        |          | Tolerância de 0-30                         |            |                                                                          |      |       |       |       |     |     |    |   |                     |
|                                                                                                                      |                | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Obt    | Espeur                 | Gramagem | Ord. Moves                                 | Vel. m/min | C/Down                                                                   | C/Up | Q/min | B1    | B2    | L1  | L2  | L3 | Q | Dimensão das peças  |
| Leak 66x66 Dupla                                                                                                     | 8023LKFRTP01   | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 45.2                   | 140      | M0003276                                   | 15         | 110                                                                      | 110  | 1100  | 00124 | OFF   | 64  | 100 | 0  | 0 | 2*640x640           |
| Leak 110x28 Dupla                                                                                                    | 8023LKFRSH06   | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 45.2                   | 140      | M0003276                                   | 15         | 200                                                                      | 200  | 920   | 01054 | 00410 | 28  | 2   | 48 | 1 | 4*280x230+2*480x230 |
| Leak 90x66                                                                                                           | 8023LKFRTP033  | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 45.2                   | 140      | M0003276                                   | 15         | 210                                                                      | 210  | 900   | 00124 | OFF   | 64  | 100 | 0  | 0 | 800x640             |
| Leak 190x28 Dupla                                                                                                    | 8023LKFRSH08   | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 45.2                   | 140      | M0003276                                   | 15         | 210                                                                      | 210  | 900   | 00874 | OFF   | 24  | 100 | 0  | 0 | 4*380*240+4*640*240 |
| LACK tbl 148x66 Tampa/Fundo                                                                                          | 8023LKFRSH1068 | 900                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 12     | 45.2                   | 125      | M0003279                                   | 15         | 220                                                                      | 220  | 880   | OFF   | OFF   | 61  | 100 | 0  | 0 | 880x610             |
| Leak 118x78                                                                                                          | 8023LKFRTP045  | 1080                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 45.2                   | 160      | M0003280                                   | 15         | 280                                                                      | 280  | 760   | 00124 | OFF   | 117 | 100 | 0  | 0 | 2*1170x380          |
| LACK Book 148x66 Laf. Esq/Dir Dupla                                                                                  | 8023LKFRSD01   | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 44.2                   | 140      | M0002858                                   | 15         | 160                                                                      | 160  | 1020  | 00124 | OFF   | 12  | 100 | 0  | 0 | 2*610x120           |
| MICKE Add On Unit High 106x86 - Sides L / R                                                                          | 8023MKFRSD0808 | 750                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 21     | 25.2                   | 160      | M0003282                                   | 15         | 336                                                                      | 336  | 960   | OFF   | OFF   | 12  | 100 | 0  | 0 | 860*120             |
| MICKE Add On Unit High 106x86 - Partition                                                                            | 8023MKFRPT02   | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 25.2                   | 160      | M0003281                                   | 15         | 180                                                                      | 180  | 940   | 00124 | OFF   | 10  | 100 | 0  | 0 | 2*100*470           |
| MICKE Add On Unit High 106x86 - Top                                                                                  | 8023MKFRTP08   | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 25.2                   | 160      | M0003281                                   | 15         | 216                                                                      | 216  | 880   | OFF   | OFF   | 12  | 100 | 0  | 0 | 880*120             |
| MICKE Desk 142 x 60 - Top Panel                                                                                      | 8023MKFRTP068  | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 25.2                   | 160      | M0003281                                   | 15         | 220                                                                      | 220  | 880   | 00124 | OFF   | 30  | 100 | 0  | 0 | 1300*880            |
| MICKE Desk 73 x 60 - Top Panel                                                                                       | 8023MKFRTP028  | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 25.2                   | 160      | M0003281                                   | 15         | 186                                                                      | 186  | 960   | 00124 | OFF   | 71  | 100 | 0  | 0 | 2*710*476           |
| MICKE Desk 73x60 e 142 x 60 - Side Panel Bigger                                                                      | 8023MKFRSD033  | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 25.2                   | 160      | M0003281                                   | 15         | 186                                                                      | 186  | 960   | 00124 | OFF   | 66  | 100 | 0  | 0 | 2*660*470           |
| MICKE Desk 106x60 e Drawer 36x76 - Bottom Panel                                                                      | 8023MKFRBT0102 | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 25.2                   | 160      | M0003281                                   | 15         | 420                                                                      | 420  | 480   | 00124 | OFF   | 26  | 100 | 0  | 0 | 2*480*260           |
| MICKE Drawer U. Cactors 36x76 - Top                                                                                  | 8023MKFRTP01   | 1250                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21     | 25.2                   | 160      | M0003281                                   | 15         | 180                                                                      | 180  | 980   | 00124 | OFF   | 33  | 100 | 0  | 0 | 2*330*480           |
|                                                                                                                      |                | LAYOUT: <div style="display: flex; align-items: center;">    </div> |        |                        |          |                                            |            |                                                                          |      |       |       |       |     |     |    |   |                     |

Figura 65 - Exemplo de FP.

#### 5.9.4 One Point Lesson

As *One Point Lesson* (OPL) são instruções elaboradas com o objetivo de definir procedimentos para a resolução de problemas. Entre a informação de que os operadores dispõem nas OPL's encontra-se a descrição do problema, as várias causas que o podem originar e o método de resolução de acordo com a causa. A Figura 66 ilustra um exemplo de OPL.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |                                                                                    |                        |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                                                                                                              |       |                                                                                      |             |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----|
|  IKEA Industry<br>Paços de Ferreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                        |                                                                                    |                        |                                                                                    |           |  <b>One Point Lesson</b>                                                                                                                                                    |       | Data Aprovação<br>29-06-2015                                                         | OPL-0756    | 00 |
| Fábrica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | LacquerPrint           | Área                                                                               | BOS_Frames<br>CP       | Linha / Posto Trabalho                                                             | Furadora  | Elaborado por:                                                                                                                                                                                                                                               |       | Aprovado por:                                                                        |             |    |
| <b>Resolução de Problemas - BOF - L&amp;P - F&amp;CP - Frames - Furadora - Perfuração incompleta</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                        |                                                                                    |                        |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                           |       |   |             |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |                                                                                    |                        |                                                                                    |           | Data Comunicação                                                                                                                                                                                                                                             |       | Data Remoção                                                                         |             |    |
| Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        |                                                                                    |                        |                                                                                    |           | Ilustração                                                                                                                                                                                                                                                   |       |                                                                                      |             |    |
| <p> <b>Problemas:</b><br/>A máquina não perfura todas as ripas, fazendo por exemplo a furação apenas na primeira (FIG.1)</p> <p> <b>Causa:</b><br/>1. Broca (FIG.2) mal apertada</p> <p> <b>Resolução:</b><br/>Proceder de acordo com a <b>WES-170</b></p> <p> <b>Causa:</b><br/>2. Batente (FIG.3) desregulado</p> <p> <b>Resolução:</b><br/>Comunicar ao teamleader</p> |                        |                                                                                    |                        |                                                                                    |           |  <br> |       |                                                                                      |             |    |
| Simbolos:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Segurança<br>Ergonomia |  | Verificar<br>Qualidade |  | Pensar em |                                                                                                                                                                            | Dicas |  | Tempo Total |    |

Figura 66 - Exemplo de OPL.

### 5.9.5 Formação Teórica e Prática

Após a elaboração das instruções procede-se à passagem de informação nelas contidas aos operadores através de formação (teórica e prática).

A formação teórica realiza-se instrução a instrução (SOS, WES, OPL e FP) a todos os operadores do posto. Após cada formação é realizado um teste ao formando de forma a avaliar o conhecimento adquirido. Tendo terminado a formação teórica, o operador é avaliado no desempenho das tarefas do posto – formação prática.

Após estas duas etapas, o formador avalia o desempenho do formando nas duas formações e atribui-lhe o nível de aptidão para o posto nas rotinas avaliadas.

Através da formação pretende-se criar polivalência nos postos de trabalho, seguindo um plano de formação e apostando na formação contínua dos operadores.

Ao longo do tempo os operadores são submetidos novamente a avaliações de forma a garantir que o conhecimento que obtiveram relativo aos diferentes postos onde podem operar não se perca.

### 5.10 Estabilização da linha de montagem automática de *frames*

A principal abordagem aos problemas verificados na linha de montagem automática de *frames* passou pela formação intensiva dos operadores dos diferentes turnos.

Foram criadas as instruções de trabalho e a formação sobre as mesmas foi realizada de acordo com o definido. No entanto, foi ainda realizada uma formação prática intensiva entre Maio e Julho dada pelo operador que, após análise do tecnologista, formador e responsável de área, tinha mais conhecimento e melhor desempenho no posto. Assim, durante o período de tempo de formação, o operador em questão fez um horário fixo durante o qual dava formação prática a dois turnos, formação essa que era contínua e consistia em acompanhar os colegas na realização das tarefas.

Outra intervenção realizada neste posto foi a instalação de um sistema de aspiração de serrim (Figura 67). Para tal, foram feitos furos para que o serrim caia para o local de aspiração, não ficando acumulado nas mesas de transporte.



Figura 67 - Sistema de aspiração de serrim.

Este sistema foi instalado numa mesa de transporte de cubos para teste. Após a instalação e com a aprovação dos operadores foi planeada a instalação deste sistema em vários pontos da

máquina. Contudo, essa instalação não foi realizada devido à falta de capacidade de aspiração, visto que a rede de aspiração do serrim é comum para toda a área de *Frames* (corte, montagem manual e montagem automática). Assim, terá que ser feita uma intervenção a nível do sistema de toda a área para ser possível a implementação em toda a linha.

## 6. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O presente capítulo expõe os resultados obtidos com a realização deste projeto na área *Frames&Coldpress*. Na Tabela 16 está descrito o comportamento dos indicadores de desempenho nos meses referentes ao projeto na área *Frames*, bem como a diferença entre o mês de início (Dezembro de 2014) e de fim (Julho de 2015).

Tabela 16 - Variação de indicadores de desempenho na área *Frames*.

| Indicadores <i>Frames</i> | Dez   | Jan   | Fev   | Mar   | Abr   | Mai   | Jun   | Jul   | $\Delta$ |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Disponibilidade (%)       | 91,97 | 93,10 | 91,41 | 92,78 | 92,64 | 91,69 | 92,72 | 93,44 | 1,47     |
| Performance (%)           | 97,87 | 99,37 | 99,09 | 98,75 | 97,64 | 97,44 | 97,62 | 97,66 | -0,21    |
| Eficiência (%)            | 90,01 | 92,51 | 90,58 | 91,62 | 90,45 | 89,34 | 90,51 | 91,25 | 1,24     |

A Tabela 17 apresenta os mesmos dados referentes à *Coldpress*.

Tabela 17 - Variação de indicadores de desempenho na área *Coldpress*.

| Indicadores <i>CP</i> | Dez   | Jan   | Fev   | Mar   | Abr   | Mar   | Jun   | Jul   | $\Delta$ |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Disponibilidade (%)   | 94,06 | 94,21 | 95,25 | 93,10 | 96,24 | 94,64 | 95,24 | 97,41 | 3,35     |
| Performance (%)       | 96,38 | 95,69 | 97,56 | 97,09 | 97,34 | 95,59 | 95,02 | 95,85 | -0,53    |
| Eficiência (%)        | 90,66 | 90,15 | 92,93 | 90,39 | 93,68 | 90,47 | 90,50 | 93,37 | 2,71     |

Pela análise das tabelas acima, verifica-se que o indicador de eficiência apresenta uma melhoria de 1,24% no caso dos *Frames* e de 2,71% no caso da *Coldpress*. Como este valor é o resultado do produto entre disponibilidade e performance é de notar que apesar dos ganhos de disponibilidade, a performance apresenta ligeiras perdas.

Este comportamento pode ser explicado pela introdução de uma nova referência na gama de produtos em produção e pela aquisição de novos equipamentos. Estes fatores influenciaram o comportamento dos indicadores de desempenho devido ao período de adaptação dos colaboradores a estas alterações.

## 6.1 Uniformização do método de trabalho

A normalização do processo produtivo, dos parâmetros de produção e criação de procedimentos para resolução de problemas, através da criação de instruções de trabalho e realização de formações, permitiu o aumento da robustez dos processos, bem como da eficácia na realização das tarefas.

Foram criadas instruções para os 19 postos de trabalho, sendo estas disponibilizadas nos postos para consulta dos operadores.

Além da redução de entropias causadas por dúvidas sobre a realização de tarefas, proporcionou-se o aumento de competências dos colaboradores de forma a criar polivalência.

## 6.2 Redução dos tempos de paragem da linha automática de montagem de *frames*

Como se refere no capítulo 4.2.6, a disponibilidade no processo de montagem automático de estruturas era principalmente afetado por paragens para realizar operações de *setup*, paragens planeadas (PP) e paragens por anomalia ao funcionamento (ANF). Na Tabela 18 apresenta-se o registo de paragens ocorridas no mês de Julho.

Tabela 18 - Tempos de paragem da montagem automática de *frames* em Julho.

| Tipo de paragem | Descrição de paragem                          | Tempo de paragem (h) |
|-----------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| SET             | Setup Ripas Dispensadores Laterais 23.65      | 23,65                |
| POQ             | Ajuste do equipamento ( avanço batente        | 14,39                |
| PP              | Paragem Almoço/MN1(15min)                     | 11,75                |
| PP              | Paragem planeada                              | 9,93                 |
| POQ             | <i>Frames</i> não conformes com especificação | 7,59                 |
| POQ             | Pré-montagens não conformes com especificação | 6,08                 |
| ANF             | Transportador de cubos                        | 5,91                 |
| ANF             | Dispensadores Laterais                        | 5,26                 |
| SET             | Setup produto                                 | 4,00                 |
| POQ             | Limpeza Técnica                               | 3,75                 |
| POQ             | Aquecimento da máquina da cola                | 3,42                 |
| AV              | Dispensadores Laterais                        | 2,67                 |
| ANF             | Máquina da cola                               | 2,42                 |
| ANF             | Dispensador de Cubos                          | 2,40                 |
| ANF             | Cabeças formatação                            | 2,33                 |
| ANF             | Fotocélulas da máquina                        | 2,13                 |
| ANF             | Batentes formatador                           | 1,99                 |
| ANF             | Robot de saída                                | 1,62                 |

|                                    |                                           |               |
|------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|
| AV                                 | Separador União                           | 1,59          |
| ANF                                | Cintas de transporte pré-montagem         | 1,26          |
| ANF                                | Energia                                   | 1,12          |
| PP                                 | Reuniões e Sensibilizações planeadas      | 1,08          |
| POQ                                | Refeições                                 | 1,00          |
| AV                                 | Mesa de pás                               | 0,83          |
| AV                                 | Cintas de transporte pré-montagem         | 0,83          |
| POQ                                | Falta de Matéria-prima                    | 0,75          |
| AV                                 | Virador união                             | 0,75          |
| ANF                                | Mesa de pás                               | 0,73          |
| ANF                                | Cintas de transporte entrada              | 0,60          |
| POQ                                | Limpeza forçada                           | 0,58          |
| AV                                 | Fotocélulas da máquina                    | 0,58          |
| AV                                 | Cabeças formatação                        | 0,58          |
| ANF                                | Dispensadores Frontais                    | 0,33          |
| ANF                                | Dispensador de Ripas Pré-montagem Dupla   | 0,32          |
| AV                                 | Virador                                   | 0,25          |
| AV                                 | Robot de saída                            | 0,25          |
| ANF                                | Máquina da cola                           | 0,20          |
| ANF                                | Dispensador de Ripas Pré-montagem Simples | 0,20          |
| AV                                 | Dispensador de Cubos                      | 0,17          |
| POQ                                | Cola nas ventosas                         | 0,16          |
| ANF                                | Separador União                           | 0,04          |
| ANF                                | Cintas de transporte formatador           | 0,04          |
| <b>Tempo Total Útil (h)</b>        |                                           | <b>448,00</b> |
| <b>Tempo Total de Paragens (h)</b> |                                           | <b>126,20</b> |
| <b>Tempo Total PP (h)</b>          |                                           | <b>22,76</b>  |
| <b>Tempo Total SET (h)</b>         |                                           | <b>27,65</b>  |
| <b>Tempo Total POQ (h)</b>         |                                           | <b>37,72</b>  |
| <b>Tempo Total ANF (h)</b>         |                                           | <b>28,90</b>  |
| <b>Tempo Total AV (h)</b>          |                                           | <b>8,50</b>   |

Através da comparação dos dados relativos às paragens no mês de Janeiro (Tabela 4) com os dados apresentados na Tabela 18, podemos verificar uma diminuição no tempo total de paragens de aproximadamente 20 horas, isto é, uma redução de 10%.

É de realçar a redução em 8% do tempo por paragens devido a avarias que, embora de valor reduzido, pode ser explicada pela criação e formação sobre procedimentos para resolução de problemas.

Verifica-se ainda um aumento nas paragens ANF e POQ (qualidade) de cerca de 51% e 44%, respetivamente. Este aumento é justificado pela falta de realização de manutenção preventiva que se verificou durante o decorrer deste projeto, o que provocou o desgaste de peças.

Contudo, e uma vez que os dados se referem ao período em que as ações de melhoria no posto ficaram concluídas, prevê-se que a redução nos tempos de paragem sofra um aumento progressivo ao longo do tempo. Para tal deverão ser realizadas formações periódicas de forma a garantir que o método de trabalho se mantém normalizado.

Considerando o cenário no mês de Julho, a redução no tempo total de paragens deverá sofrer uma redução de aproximadamente 20%. Esta estimativa foi obtida considerando que o tempo de paragem das 3 equipas irá aproximar-se da equipa com melhores resultados – equipa à qual o operador selecionado para realizar a formação pertence.

### 6.3 Redução do valor de sucata

No que refere ao indicador de sucata é possível verificar pelos dados apresentados na Tabela 19 que se obteve uma redução do valor total de cerca de 30%.

Tabela 19 - Variação dos valores de sucata.

| Tipo de Defeito                | Valor de Sucata |          |           |
|--------------------------------|-----------------|----------|-----------|
|                                | Janeiro         | Julho    | $\Delta$  |
| <b>Caixilho aberto</b>         | 8,53 €          | 25,77 €  | 17,24 €   |
| <b>Falta de Cubo</b>           | 11,70 €         | 2,33 €   | -9,37 €   |
| <b>HDF com Cola</b>            | 268,53 €        | 192,14 € | -76,39 €  |
| <b>HDF descentrado</b>         | 27,39 €         | 17,73 €  | -9,66 €   |
| <b>HDF descolado</b>           | 40,88 €         | 9,24 €   | -31,64 €  |
| <b>Desperdício de HC</b>       | 201,27 €        | 190,46 € | -10,81 €  |
| <b>Processo tecnológico</b>    | 122,00 €        | 27,65 €  | -94,35 €  |
| <b>Ripa descentrada</b>        | 62,56 €         | 39,97 €  | -22,59 €  |
| <b>Sucata de Matéria-prima</b> | 6,27 €          | 24,35 €  | 18,08 €   |
| <b>Transporte/Manuseamento</b> | 8,88 €          | - €      | -8,88 €   |
| <b>TOTAL</b>                   | 758,01 €        | 529,64 € | -228,37 € |

A melhoria destes valores foi alcançada principalmente através da normalização do processo produtivo, dos parâmetros de produção e das metodologias para a resolução de problemas.

O tipo de defeito que apresenta maior diminuição, denominado por “Processo Tecnológico”, refere-se a produtos sucitados nas áreas seguintes do sistema produtivo *Laquer&Print*, cuja

origem do defeito se refere à área em estudo. Esta diminuição demonstra que através das melhorias implementadas conseguiu-se alterar o processo produtivo de forma a que os defeitos sejam detetados o mais rapidamente possível.

#### 6.4 Redução de tempos sem valor acrescentado

Através das melhorias apresentadas nas secções 5.2 Limpeza dos pratos de prensagem e 5.7 Proposta de um sistema de ajustes das expansoras semiautomático, referentes às alterações implementadas no posto de prensagem e de teste de favo/cola, foi possível alcançar um ganho de 671,64€ e 16884,00€, respetivamente, perfazendo uma poupança total de 17555,64€, considerando a laboração de 5 dias/semana em 3 turnos de trabalho, num período de 48 semanas (1 ano) e um custo de mão-de obra de 7€/h.

Contudo, existem ainda as restantes propostas que foram aceites e encontram-se em preparação para serem implementadas, nomeadamente, a automatização das operações de ajuste nas expansoras, automatização do abastecimento de *frames* e a instalação do sistema de descarga de paletes automático, relativamente às quais são apresentados na Tabela 20 os ganhos esperados relativamente à situação inicial.

Tabela 20 - Redução de custos esperada.

| Proposta                                                    | Ganhos anuais esperados |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Automatização das operações de ajuste das expansoras</b> | 20235,60€               |
| <b>Automatização do abastecimento de <i>frames</i></b>      | 37800,00€               |
| <b>Sistema de descarga de paletes BOF</b>                   | 8064,00€                |
| <b>TOTAL</b>                                                | <b>66099,60€</b>        |

Relativamente à proposta de automatização dos ajustes realizados na rotina de *setup* nas máquinas expansoras espera-se obter um ganho de 3351,60€/ano relativamente ao cenário atual (ajuste manual com controlo através de réguas fixas).

O ganho estimado com a automatização do abastecimento de *frames* refere-se à redução do custo com mão-de-obra no posto de montagem favo, visto que esta alteração representa a redução de um operador em cada turno (3 operadores). Considerando que um turno corresponde a 7,5 horas e que o custo de mão-de-obra é de 7€/h esta alteração permite um ganho anual de 37800,00€/ano.

Finalmente, é de referir os ganhos obtidos com a implementação de um sistema de descarga de paletes no posto montagem BOF que permitirá a diminuição do tempo despendido na descarga, aumentando assim o tempo disponível para produção no turno e uma redução de custos equivalente a 8064€/ano.

Por fim, considerando a implementação de todas as propostas de melhoria referidas no presente capítulo, isto é, aquelas já implementadas e aquelas que ainda o serão, é possível alcançar uma redução total equivalente a 83655,24€/ano.

## 7. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões acerca do trabalho desenvolvido na *IKEA Industry Portugal*, bem como algumas propostas a serem desenvolvidas no futuro.

### 7.1 Conclusões Finais

Finalizado o projeto desenvolvido na área *Frames&Coldpress* é possível afirmar que a aplicação de alguns princípios e ferramentas *Lean* foi bem-sucedida, tendo-se alcançado os objetivos propostos.

O foco deste trabalho passou pela normalização do processo produtivo da área. Numa primeira fase, e de modo a identificar os principais problemas associados à produção de painéis BOF, foi necessário compreender todo o processo que ocorre ao longo do sistema, identificando as limitações de cada posto de trabalho e identificando os diferentes fluxos de material, informação e pessoas.

Posto isto, foi desenvolvida a análise e diagnóstico do sistema produtivo de forma a identificar os principais problemas a ele inerentes. Para tal recorreu-se à análise do VSM do estado atual da fábrica *Laquer&Print* para o produto que apresenta maior significado na produção total. Esta análise focou-se na *Frames&Coldpress* de forma a estudar os dados relativos ao desempenho da mesma: defeitos de qualidade, paragens, taxa de retrabalho e taxa de sucata. Desta maneira foi possível identificar problemas no processo e potenciais pontos de melhoria, identificando-se as secções de Corte e de Montagem BOF como principais alvos de intervenção.

Os principais problemas inerentes à área foram a falta de normalização dos processos, falta de polivalência dos operadores e elevados tempos despendidos com operações que não acrescentam valor ao produto.

Tendo em consideração que o principal objetivo se prendia com a normalização do processo produtivo, uma vez que a falta de consistência na realização das operações entre operadores do mesmo posto se refletia nos indicadores de desempenho da área, reconheceu-se a necessidade de proceder a alterações do sistema produtivo de forma tornar os processos mais eficazes. Deste modo recorreu-se a algumas das ferramentas descritas no capítulo 2.

Durante o processo de normalização foram encontrados alguns entraves, nomeadamente a resistência à mudança. Inicialmente este obstáculo foi notado na fase de recolha de informação

com as entrevistas aos operadores. Além disso, os operadores das diferentes equipas defendiam o seu método de trabalho e mostravam-se relutantes em aceitar o método de trabalho normalizado definido. No entanto, esta dificuldade foi gradualmente diminuindo ao longo do projeto e o sucesso deste deve-se inteiramente à cooperação e motivação dos operadores.

No capítulo anterior é possível comprovar os benefícios deste projeto.

Relativamente à secção de Corte, a melhoria do sistema de identificação de materiais atua como medida para eliminação de erros que ocorriam no processo de abastecimento de ripas e cubos à etapa de montagem de *frames* provocados pela dificuldade de identificação do material. Esta medida tornou as tarefas de abastecimento à montagem manual mais eficientes por permitir a rápida localização do material no *buffer*.

Na subárea *Frames* alcançou-se uma redução do tempo total de paragens na linha de montagem automática em 10%, esperando-se que com as medidas implementadas este valor melhore progressivamente ao longo do tempo.

Na *Coldpress* as alterações ao método de limpeza das prensas e ao método para realização de ajustes nas máquinas expansoras permitiram a redução de custos associados a atividades que não acrescentam valor em 67% e 82%, respetivamente.

Para além das melhorias implementadas, a empresa decidiu avançar com algumas das propostas apresentadas, nomeadamente com o sistema de ajuste semiautomático das máquinas expansoras, automatização da descarga de paletes BOF e automatização do abastecimento de *frames* ao posto de montagem favo, que resultarão numa nova diminuição dos custos com atividades sem valor acrescentado.

A realização deste projeto levou ainda à identificação da existência de riscos para a saúde e segurança dos colaboradores, cuja atenuação e eliminação foi contemplada nas propostas de melhoria desenvolvidas.

Conclui-se assim este projeto referindo-se que a obtenção destes resultados só foi possível com o compromisso de todos e com o trabalho em equipa.

## 7.2 Trabalho Futuro

Perante o objetivo de normalização do sistema produtivo, foram implementadas diversas medidas que permitiram melhorias no processo. Assim, deve ser feito o acompanhamento dos

indicadores de desempenho de forma a analisar o comportamento do sistema produtivo e garantir que os resultados obtidos se mantenham.

Para tal é necessário garantir que os procedimentos estabelecidos são cumpridos e os parâmetros de produção respeitados. Deve ser feito o acompanhamento dos operadores na realização das tarefas de forma a promover melhorias do método de trabalho e nos procedimentos para resolução de problemas.

O passo seguinte na área *Frames&Coldpress* deverá ser o controlo estatístico das variáveis críticas, nomeadamente da espessura e humidade do *honeycomb*, bem como a gramagem de cola aplicada na construção do painel.

Além disso, sugere-se ainda um estudo com base nos dados recolhidos relativos à secção de Corte por forma a definir planos ótimos de corte e definir estratégias para redução de desperdício dos materiais. Este cenário pode ser alcançado pela alteração do sistema para *pull-push*, garantindo que o material abastecido pela área *Cutting* é o adequado de acordo com o plano de produção na secção de Corte. Atualmente o material abastecido para corte de ripas e cubos considera apenas a otimização dos materiais na área do *Cutting*, tendo os planos de corte que ser adaptados ao material disponível. Uma intervenção neste sentido deverá traduzir-se em ganhos globais de todo o fluxo *Laquer&Print*.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223–236.
- Almomani, M. A., Aladeemy, M., Abdelhadi, A., & Mumani, A. (2013). A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. *Computers & Industrial Engineering*, 66(2), 461-469.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56-72.
- Bittencourt, W., Alves, A. C., & Arezes, P. (2012). *Revisão bibliográfica sobre a sinergia entre Lean Production e Ergonomia*. Paper presented at the 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011) "A Engenharia no combate à pobreza, pelo desenvolvimento e competitividade"..
- Bragança, S., Alves, A. C., Costa, E. S. M. d., & Sousa, R. M. (2013). *The use of lean tools to improve the performance of an elevators company*. Paper presented at the 4th Int. Conference on Integrity, Reliability and Failure.
- Carvalho, R., Alves, A. C., & Lopes, I. d. S. (2011). Principles and practices of lean production applied in a metal structures production system. Paper presented at the World Congress on Engineering (WCE 2011).
- Chen, J. C., & Cox, R. A. (2012). Value Stream Management for Lean Office—A Case Study. *American Journal of Industrial and Business Management*, 2(2).
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J. R. C., & Vieira, S. R. (2009). Investigação-acção : metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, 13(2), 355-379.
- Das, B., Venkatadri, U., & Pandey, P. (2014). Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71(1-4), 307-323.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified* (2nd ed.): Productivity Press.
- Dolcemascolo, D. (2006). *Improving the Extended Value Stream: Lean For The Entire Supply Chain*: Productivity Press.
- Dudek-Burlikowska, M., & Szewieczek, D. (2009). The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 36(1).
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean - A Guide to Implementation*: Cardiff Business School, Lean Enterprise Research Centre.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace*: Productivity Press.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437.

- Hunter, S. L. (2008). The Toyota Production System applied to the upholstery furniture manufacturing industry. *Materials and Manufacturing Processes*, 23(7), 629-634.
- Kumar, B. S., & Abuthakeer, S. S. (2012). Implementation of Lean Tools and Techniques in an Automotive Industry. *Journal of Applied Sciences*, 12(10), 1032-1037.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*: McGraw-Hill Education.
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2012). Metodologias para implementar Lean Production : uma revisão critica de literatura. Paper presented at the 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011) "A Engenharia no combate à pobreza, pelo desenvolvimento e competitividade".
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing - What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research & Design*, 83(A6), 662-673.
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (4th ed.): Productivity Press.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*: Productivity Press.
- Ortiz, C. A., & Park, M. (2011). *Visual Controls: Applying Visual Management to the Factory* (C. Press Ed.).
- Patchong, A. (2012). *Implementing Standardized Work: Measuring Operators' Performance*: CRC Press.
- Pinto, J. P. (2009). Lean Thinking: Introdução ao Pensamento Magro. Comunidade Lean Thinking.
- ReVelle, J. B. (2001). *Manufacturing Handbook of Best Practices: An Innovation, Productivity, and Quality Focus* (C. Press Ed.).
- Rocha, G., & Alves, A. C. (2012). Implementação de um Sistema Pull numa linha de montagem de componentes electrónico. Paper presented at the 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011).
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*: Lean Enterprise Institute.
- Sahoo, A. K., Singh, N. K., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2008). Lean philosophy: implementation in a forging company. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 36(5-6), 451-462.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*: Productivity Press.
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control* (P. Press Ed.).
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System* (A. P. Dillon, Trans.): Productivity Press.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research (Vol. 23, pp. 582-603): Sage Publications, Inc.

- Vatalaro, J., & Taylor, R. E. (2003). *Implementing a Mixed Model Kanban System: The Lean Replenishment Technique for Pull Production* (Vol. 1): Productivity Press.
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11, 1292–1298.
- Warnecke, H. J., & Huser, H. (1995). Lean production. *International Journal of Production Economics*, 41(Issues 1–3), 37–43.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*: Simon & Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed The World*: Simon & Schuster.



## ANEXO I – PRODUTOS PRODUZIDOS NA FÁBRICA *LAQUER&PRINT*

**LACK RANGE**

**IKEA Industry**  
Paços de Ferreira



**LACK**



Lack NN side tbl 55x55

|             |            |
|-------------|------------|
| White       | 200.114.13 |
| Birch       | 401.042.70 |
| Black-brown | 801.042.68 |
| Green       | 903.020.80 |

**LACK**



Lack NN wll Shelf 110x26

|             |            |
|-------------|------------|
| Black-brown | 401.036.33 |
| White       | 902.821.80 |
| Birch       | 601.036.32 |

**LACK**



Lack NN wll Shelf 190x26

|             |            |
|-------------|------------|
| White       | 602.821.82 |
| Black-brown | 401.037.51 |
| Birch       | 601.037.50 |

**LACK**



Lack TV bnch 149x55

|             |            |
|-------------|------------|
| White       | 001.053.23 |
| Black-brown | 201.053.41 |
| Birch       | 401.053.40 |

**LACK**



Lack NN off tbl 90x55

|             |            |
|-------------|------------|
| White       | 000.950.36 |
| Birch       | 101.042.95 |
| Black-brown | 401.042.94 |

**LACK**



Lack NN off tbl 118x78

|             |            |
|-------------|------------|
| Black-brown | 001.042.91 |
| White       | 100.659.56 |
| Birch       | 201.042.90 |

**COLOR RANGE**

|             |               |
|-------------|---------------|
| White       | - WHITE       |
| Birch       | - BIRCH       |
| Black-brown | - BLACK-BROWN |
| Green       | - GREEN       |

**KALLAX + LAPPLAND RANGE**

**KALLAX**

Kallax Shelving Unit 77x77

402.758.13  
202.758.14  
602.758.12

**KALLAX**

Kallax Shelving Unit 42x147

002.758.48  
402.758.46  
902.758.44

**KALLAX**

Kallax Shelving Unit 77x147

203.002.88  
502.784.82  
802.758.87  
202.758.85

**KALLAX**

Kallax Shelving Unit 147x147

102.758.62  
102.758.57  
302.758.61

**KALLAX**

Kallax Shelving Unit 42x42

703.098.40  
903.098.39  
203.015.54

**KALLAX**

Kallax Shelving Unit 77x42

403.118.73  
803.118.71  
903.015.55

**KALLAX**

Kallax Shelving Unit 182x182

703.015.42  
503.015.43  
703.015.37

**LAPPLAND**

LAPPLAND TV stor ut 183x147

802.851.55  
302.851.53

**COLOR RANGE**

- WHITE  
- BIRCH  
- BLACK-BROWN  
- GREEN

**MICKE RANGE**

**MICKE**

Micke Desk 73x50

002.960.25  
002.522.86  
202.522.85  
002.447.48  
102.130.77  
202.447.47  
302.130.76

**MICKE**

Micke Desk 105x50

502.960.23  
002.522.84  
702.522.83  
102.447.43  
502.130.75  
802.130.74  
902.447.44

**MICKE**

Micke Desk 142x50

002.447.45  
602.447.45  
702.143.09  
902.143.08

**MICKE**

Micke Desk 120x50

002.522.88  
802.522.87  
002.448.52  
202.448.51  
402.448.50  
602.448.49

**MICKE**

Micke Drawer Unit 35x75

402.960.33  
602.960.32  
802.447.50  
702.130.79  
802.447.49  
902.130.78

**MICKE**

Micke Add On High 105x85

301.800.28  
501.800.27  
701.800.26  
901.800.25

**COLOR RANGE**

- WHITE  
- BLACK-BROWN  
- WHITE/PINK  
- WHITE/BLUE

**SINNERLIG RANGE**

**IKEA Industry**  
**Paços de Ferreira**



**SINNERLIG**



SINNERLIG bench 103

903.103.36  
903.057.75

**SINNERLIG**



SINNERLIG off tbl 150x34

003.057.89  
703.103.39  
103.133.50  
903.133.51

**SINNERLIG**



SINNERLIG tbl tp 150x75

303.057.83  
903.103.43  
503.133.53  
303.133.54

**SINNERLIG**



SINNERLIG dining tbl 236x85

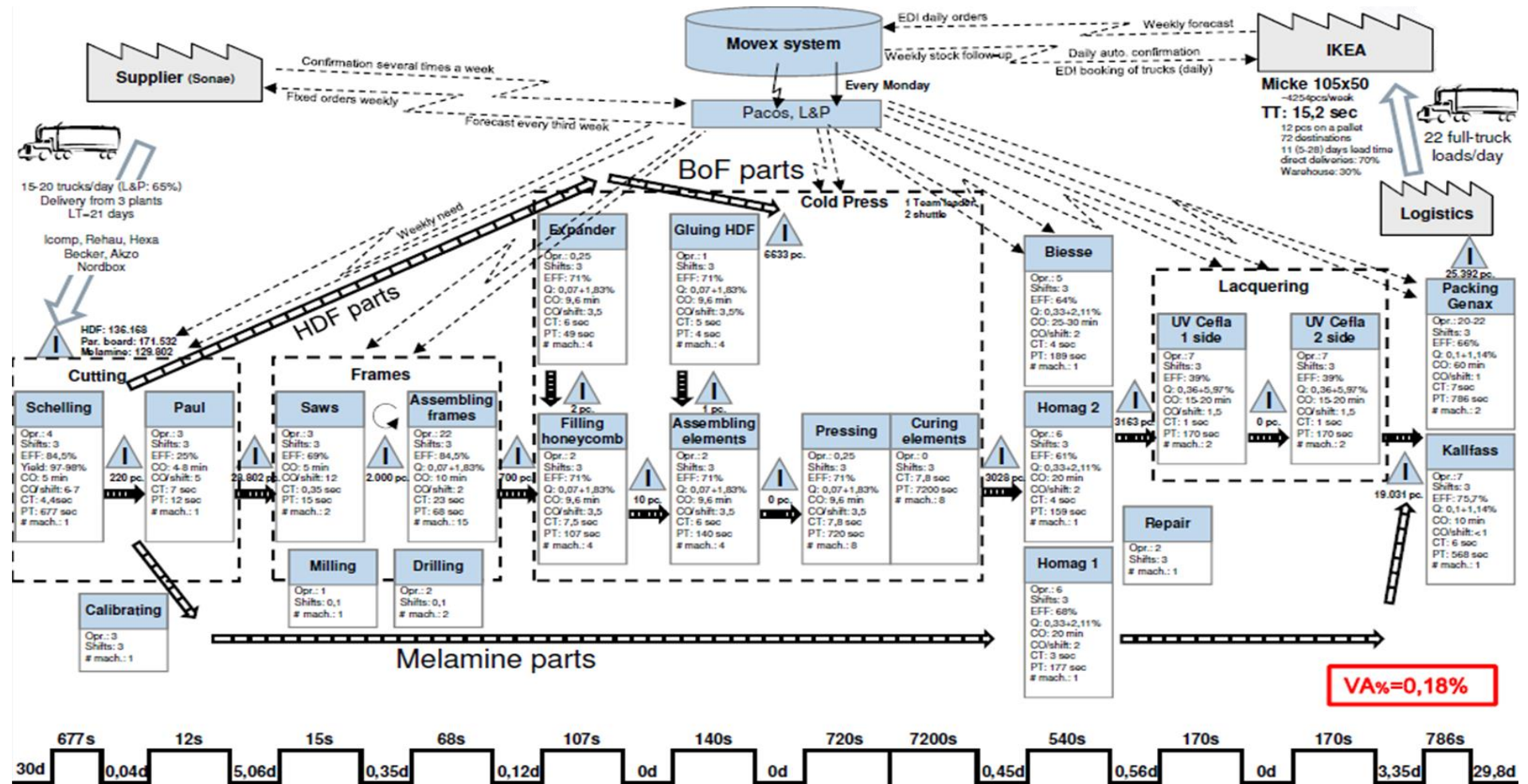
203.103.70  
203.057.74

**COLOR RANGE**

 - CORK NATURAL

 - CORK DARK BROWN

## ANEXO II – VSM PARA O PRODUTO *MICKE DESK 105x50*



## ANEXO III – NOVO MODELO DE IDENTIFICAÇÃO DE PALETES



IKEA Industry

### Etiqueta de Identificação



|                                                 |                                                   |                                                  |           |           |                                                               |              |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------|--------------|
| FRAMES                                          | NPC<br>138                                        | QT<br>28                                         | Data<br>  | Linha<br> | Turno<br>                                                     | Referência   |
|                                                 | ET.nº 0000000      Nº Operador/Line Leader: _____ |                                                  |           |           |                                                               | RW/ Reparada |
| <h1>LKFRTTP01</h1> <p>FRAME-LK 55x55 TP Dpl</p> |                                                   |                                                  |           |           |                                                               |              |
| COLD PRESS                                      | QT<br>                                            | Data<br>                                         | Linha<br> | Hora<br>  | S023LKCPKFRTTP01<br>Painel Tampo-Lack 78x78-<br>789x789x50 mm |              |
|                                                 | Nº Operador/Line Leader: _____<br>Lote HDF _____  |                                                  |           |           |                                                               |              |
| EDGE BAND & DRILL                               | QT<br>                                            | Data<br>                                         | Linha<br> | Hora<br>  | Referência                                                    |              |
|                                                 | ***RW<br>                                         | Nº Operador/Line Leader: _____<br>***            |           |           |                                                               |              |
| Furação<br>                                     |                                                   |                                                  |           |           | Orlas<br>                                                     | OK / RW      |
| LACQUERING                                      | *Face 1<br>                                       | Data<br>                                         | Linha<br> | Turno<br> | Referência                                                    |              |
|                                                 | ** Face 2<br>                                     | Nº Operador/Line Leader: _____<br>*<br>**<br>*** |           |           |                                                               |              |
| PINTURA<br>                                     |                                                   |                                                  |           |           | OK/ RW / Reparada                                             |              |

EMBALADO

DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

TURNO: \_\_\_\_\_

IP028-01

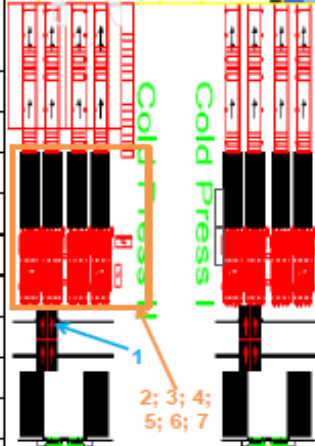
## ANEXO IV – PLANOS DE CORTE

| Planos  | Tamanho Ripa | Tempo preparação Segundos sem cortes | Espessura | Largura | QT Max Altura | QT Max Largura | Capacidade Max Omega | Corte inicial | QT Corte |
|---------|--------------|--------------------------------------|-----------|---------|---------------|----------------|----------------------|---------------|----------|
| PLANO 1 | 2260         | 6,34                                 | 28        | 32      | 3             | 7              | 21                   | 35            | 1        |
| PLANO 2 | 2240         | 6,30                                 | 12        | 45      | 8             | 5              | 40                   | 30            | 1        |
| PLANO 3 | 2438         | 6,70                                 | 18        | 25      | 5             | 9              | 45                   | 12            | 1        |
| PLANO 4 | 1915         | 5,64                                 | 22        | 25      | 4             | 9              | 36                   | 16            | 1        |

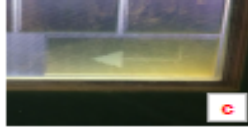
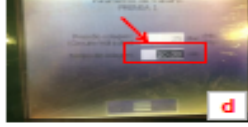
| Semi-Produto   | Codigo       | Comprimento | Largura | Espessura | QT Cortes | QT Ripas |
|----------------|--------------|-------------|---------|-----------|-----------|----------|
| PLANO 1 – SP A | E-389*32*28  | 389         | 32      | 28        | 2         | 42       |
| PLANO 2 – SP C | E-1108*45*12 | 1108        | 45      | 12        | 1         | 40       |
| PLANO 3 – SP E | E-1051*25*18 | 1051        | 25      | 18        | 2         | 90       |
| PLANO 3 – SP H | E-466*25*22  | 466         | 25      | 22        | 4         | 144      |

| Semi-Produto      | Codigo               | Comprimento | Largura | Espessura | Qt<br>Cortes | QT<br>Ripas | Semi-Produto      | Codigo         | Comprimento | Largura | Espessura | Qt<br>Cortes | QT<br>Ripas |
|-------------------|----------------------|-------------|---------|-----------|--------------|-------------|-------------------|----------------|-------------|---------|-----------|--------------|-------------|
| PLANO 1 –<br>SP B | E-<br>1368*32*<br>28 | 1368        | 32      | 28        | 1            | 21          |                   | #N/D           | 0           | 0       | 0         |              | 0           |
| PLANO 2 –<br>SP D | E-<br>530*45*1<br>2  | 530         | 45      | 12        |              | 0           |                   | #N/D           | 0           | 0       | 0         |              | 0           |
| PLANO 3 –<br>SP F | B-<br>83*25*18       | 83          | 25      | 18        | 3            | 135         | PLANO 3 –<br>SP G | B-<br>44*25*18 | 44          | 25      | 18        | 2            | 90          |
|                   | #N/D                 | 0           | 0       | 0         |              | 0           |                   | #N/D           | 0           | 0       | 0         |              | 0           |

## ***ANEXO V – STANDARD OPERATION SHEET***

|  IKEA Industry<br>Paços de Ferreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               | <h2 style="text-align: center;">Standard Operating Sheet</h2>                               |                 |                        | DATA<br>Aprovação  | 18-05-2015            | SOS-2599                                                                                                                                                                            | 01                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ELABORADO POR:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                                                                                             |                 |                        | Luis Nunes         |                       |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| APROVADO POR:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |                                                                                             |                 | Mario Ferreira         |                    |                       |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| FÁBRICA:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ÁREA:         | LINHA:                                                                                      | POSTO TRABALHO: | DESIGNAÇÃO DO PRODUTO: | TEMPO TOTAL ROTINA | INFORMAÇÃO ADICIONAL: |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| LacquerPrint e Foil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | BOS_Frames_CP |                                                                                             | Prensas         |                        | 00:05:00           |                       |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| PROCESSO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               | <h3 style="text-align: center;">L&amp;P - F&amp;CP - Coldpress - Prensas - Execução</h3>    |                 |                        |                    |                       | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">EXECUÇÃO</div>                                                                                           |                                                                                     |
| Nº                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | WES           | Actividade                                                                                  | Variante        | Tempo de actividade    | Caminha            | Tempo Acumulado       | Pontos Chave                                                                                                                                                                        | Layout                                                                              |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               | Inspeccionar a paleta BOF no carro de transporte (enviada pelas Operadoras da Montagem BOF) |                 | 00:01:00               |                    | 00:01:00              | Verificar o número de elementos BOF definido na <b>FP-163</b> , se os elementos estão todos alinhados e sem defeitos visíveis (catxilho aberto, efeito barriga, efeito banana, etc) |  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3772          | Verificar pressão e tempo de prensagem                                                      |                 | 00:01:00               |                    | 00:01:00              |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3757          | Iniciar processo de prensagem                                                               |                 | 00:00:17               |                    | 00:00:17              |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3761          | Preencher a etiqueta de identificação da paleta BOF                                         |                 | 00:01:00               |                    | 00:01:00              | IP-028                                                                                                                                                                              |                                                                                     |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3760          | Separar dos BOF e envio para o buffer                                                       |                 | 00:00:19               |                    | 00:00:19              |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3775          | Colocação de saco e folha de identificação na paleta                                        |                 | 00:00:24               |                    | 00:00:24              |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4106          | Preencher folha de produção hora a hora                                                     | 8               | 00:01:00               |                    | 00:01:00              | IP-022-02 Ao fim de cada hora de produção                                                                                                                                           |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                                                                                             |                 |                        |                    | 0                     |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                                                                                             |                 |                        |                    | 0                     |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                                                                                             |                 |                        |                    | 0                     |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                                                                                             |                 |                        |                    | 0                     |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                                                                                             |                 |                        |                    | 0                     |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                                                                                             |                 |                        |                    | 0                     |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                                                                                             |                 |                        |                    | 0                     |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                                                                                             |                 |                        |                    | 0                     |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| Notas:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                             | Total           | 00:05:00               | 00:00:00           |                       |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
| AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE: <div style="display: flex; align-items: center;">    <div style="margin-left: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">             Tarefas que se fazem constantemente           </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-top: 5px;">             XX           </div> <div style="font-size: 0.8em;">             Tarefas que se realizam ao fim de o número que se encontra na célula conjunto de actividades anteriores           </div> </div> </div> |               |                                                                                             | Observações:    |                        |                    |                       |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |

## **ANEXO VI – *WORK ELEMENT SHEET***

|  SKEA Industry<br>Paços de Ferreira                                                    |                                                                                   | <h1>Work Element Sheet</h1>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |                                                                                       | Data de Aprovação<br>22-01-2015 | WEB-3772 00                    |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                                         |                                                                                   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |                                                                                       | Tempo Total                     | ELABORADO POR:<br>Luís Nunes   | APROVADO POR:<br>Mário Ferreira |
| FÁBRICA:                                                                                                                                                                | Laquer&Print                                                                      | ÁREA:                           | Frames&ColdPress                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | LINHA/ POSTO TRABALHO:                                        | Prensas                                                                               | DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:          | INFORMAÇÃO ADICIONAL:          |                                 |
| PROCESSO                                                                                                                                                                |                                                                                   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | F&C_Ajuste de pressão e tempo de prensagem - Prensas          |                                                                                       |                                 | ARRANQUE    EXECUÇÃO    SET UP |                                 |
| Nº                                                                                                                                                                      | Símbolo                                                                           | Atividade, O quê?               | Pontos chave, Como?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Porquê?                                                       | Ilustrações                                                                           |                                 |                                |                                 |
| 1                                                                                                                                                                       |  | Selecionar a prensa             | No painel de controlo, seleccionar a opção referente ao número de prensa a ajustar: Prensa 1; Prensa 2; Prensa 3; Prensa 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Para fazer o ajuste da prensa pretendida                      |    |                                 |                                |                                 |
| 2                                                                                                                                                                       |  | Introduzir o valor de pressão   | Com o passo anterior, surgirá no ecrã a janela "Parâmetros de trabalho". Nesta janela seleccionar o campo "Pressão Colagem" (a) e introduzir, com o teclado (b), o valor de pressão de acordo com a FP-163. Carregar na tecla para voltar a janela de parâmetros (c).                                                                                                                                                              | Para fazer o ajuste de pressão, introduzindo o valor correcto |    |                                 |                                |                                 |
| 3                                                                                                                                                                       |  | Introduzir o tempo de prensagem | Na janela "Parâmetros de trabalho" seleccionar o campo "Tempo de colagem" (d) e introduzir o número de minutos que a prensa deverá operar a paleta com o teclado (b), tendo em conta que o tempo standard são 10 minutos e que o valor tem que estar definido, obrigatoriamente, no intervalo de tempo [8; 12] minutos. Carregar na tecla para regressar à janela de parâmetros (c) e na tecla para regressar ao menu Inicial (e). | Para fazer o ajuste de tempo, introduzindo o valor correcto   |    |                                 |                                |                                 |
|                                                                                                                                                                         |                                                                                   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |    |                                 |                                |                                 |
|                                                                                                                                                                         |                                                                                   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |  |                                 |                                |                                 |
|                                                                                                                                                                         |                                                                                   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |  |                                 |                                |                                 |
| AJUDAS EHS / CHAVE:                                                                                                                                                     |                                                                                   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               | LAYOUT:                                                                               |                                 |                                |                                 |
|   |                                                                                   |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                               |                                                                                       |                                 |                                |                                 |

## **ANEXO VII – FOLHA DE PARÂMETROS**

|  IKEA Industry<br>Paços de Ferreira                                                                                                                                        | <h1>Folha de Parâmetros</h1> |                               |                              |        |          |                   | Data Aprovação                                                           |        | 03-02-2015     |        | FP-153 07      |          |     |          |                    |   |                     |    |                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------|----------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------|----------------|--------|----------------|----------|-----|----------|--------------------|---|---------------------|----|--------------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                              |                               |                              |        |          |                   | Tempo Total                                                              |        | ELABORADO POR: |        | APROVADO POR:  |          |     |          |                    |   |                     |    |                          |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                              |                               |                              |        |          |                   |                                                                          |        | Luis Nunes     |        | Mário Ferreira |          |     |          |                    |   |                     |    |                          |  |
| FÁBRICA: Lacquer&Print                                                                                                                                                                                                                                      | Área: Frames                 | LINHA/ POSTO TRABALHO: Wikoma | DESIGNAÇÃO DO PRODUTO: Todos |        |          |                   | INFORMAÇÃO ADICIONAL: Introdução do range SINNERLIG (Alterações produto) |        |                |        |                |          |     |          |                    |   |                     |    |                          |  |
| PROCESSO                                                                                                                                                                                                                                                    |                              |                               |                              |        |          | PARAMETROS WIKOMA |                                                                          |        |                |        |                | ARRANQUE |     | EXECUÇÃO |                    |   |                     |    |                          |  |
| Frame                                                                                                                                                                                                                                                       | Código FRAME                 | Dados Honey Comb.             |                              |        |          |                   | Tolerância de +/-20                                                      |        |                |        |                |          |     |          |                    |   |                     |    | Tolerância de -10/+100mm |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                              |                               |                              |        |          |                   | Dados da máquina                                                         |        |                |        | Corte Simples  |          |     |          | Dimensão das peças |   |                     |    |                          |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                              | A                             | Oito                         | Espeç. | Gramagem | Cod. Movex        | Vel. m/min                                                               | C1(mm) | C2(mm)         | C3(mm) | S1             | S2       | L1  | I1       |                    |   | L2                  | I2 |                          |  |
| Lack 55x55 Dupla                                                                                                                                                                                                                                            | S023LKFRTP01                 | 1250                          | 21                           | 45.2   | 140      | M0003276          | 15                                                                       | 110    | 110            | 1100   | 00124          | OFF      | 54  | 100      | 0                  | 0 | 2*540x540           |    |                          |  |
| Lack 110x26 Dupla                                                                                                                                                                                                                                           | S023LKFRSH05                 | 1250                          | 21                           | 45.2   | 140      | M0003276          | 15                                                                       | 200    | 200            | 920    | 01624          | 03416    | 28  | 2        | 48                 | 1 | 4*280x230+2*480x230 |    |                          |  |
| Lack 90x55                                                                                                                                                                                                                                                  | S023LKFRTP03S                | 1250                          | 21                           | 45.2   | 140      | M0003276          | 15                                                                       | 210    | 210            | 900    | 00124          | OFF      | 54  | 100      | 0                  | 0 | 900x540             |    |                          |  |
| Lack 190x26 Dupla                                                                                                                                                                                                                                           | S023LKFRSH06                 | 1250                          | 21                           | 45.2   | 140      | M0003276          | 15                                                                       | 210    | 210            | 900    | 00874          | OFF      | 24  | 100      | 0                  | 0 | 4*360*240+4*540*240 |    |                          |  |
| LACK tbl 149x55 Tampo/Fundo                                                                                                                                                                                                                                 | S023LKFRTPB105S              | 900                           | 12                           | 45.2   | 125      | M0003279          | 15                                                                       | 220    | 220            | 880    | OFF            | OFF      | 51  | 100      | 0                  | 0 | 680x510             |    |                          |  |
| Lack 118x78                                                                                                                                                                                                                                                 | S023LKFRTP04S                | 1080                          | 21                           | 45.2   | 160      | M0003280          | 15                                                                       | 280    | 280            | 760    | 00124          | OFF      | 117 | 100      | 0                  | 0 | 2*1170x380          |    |                          |  |
| LACK Book 149X55 Lat. Esq/Dir Dupla                                                                                                                                                                                                                         | S023LKFRSD01                 | 1250                          | 21                           | 44.2   | 140      | M0002856          | 15                                                                       | 150    | 150            | 1020   | 00124          | OFF      | 12  | 100      | 0                  | 0 | 2*510x120           |    |                          |  |
| MICKE Add On Unit High 105x65 - Sides L / R                                                                                                                                                                                                                 | S023MKFRSD0809               | 750                           | 21                           | 25.2   | 160      | M0003282          | 15                                                                       | 335    | 335            | 650    | OFF            | OFF      | 12  | 100      | 0                  | 0 | 650*120             |    |                          |  |
| MICKE Add On Unit High 105x65 - Partition                                                                                                                                                                                                                   | S023MKFRPT02                 | 1250                          | 21                           | 25.2   | 160      | M0003281          | 15                                                                       | 190    | 190            | 940    | 00124          | OFF      | 10  | 100      | 0                  | 0 | 2*100*470           |    |                          |  |
| MICKE Add On Unit High 105x65 - Top                                                                                                                                                                                                                         | S023MKFRTP06                 | 1250                          | 21                           | 25.2   | 160      | M0003281          | 15                                                                       | 215    | 215            | 890    | OFF            | OFF      | 12  | 100      | 0                  | 0 | 890*120             |    |                          |  |
| MICKE Desk 142 x 50 - Top Panel                                                                                                                                                                                                                             | S023MKFRTP05S                | 1250                          | 21                           | 25.2   | 160      | M0003281          | 15                                                                       | 220    | 220            | 880    | 00124          | OFF      | 30  | 100      | 680                | 1 | 300*680             |    |                          |  |
| MICKE Desk 73 x 50 - Top Panel                                                                                                                                                                                                                              | S023MKFRTP02S                | 1250                          | 21                           | 25.2   | 160      | M0003281          | 15                                                                       | 185    | 185            | 950    | 00124          | OFF      | 71  | 100      | 0                  | 0 | 2*710*475           |    |                          |  |
| MICKE Desk 73x50 e 142 x 50 - Side Panel Bigger                                                                                                                                                                                                             | S023MKFRSD03S                | 1250                          | 21                           | 25.2   | 160      | M0003281          | 15                                                                       | 185    | 185            | 950    | 00124          | OFF      | 55  | 100      | 0                  | 0 | 2*550*470           |    |                          |  |
| MICKE Desk 105x50 e Drawer 35x75 - Bottom Panel                                                                                                                                                                                                             | S023MKFRBT0102               | 1250                          | 21                           | 25.2   | 160      | M0003281          | 15                                                                       | 420    | 420            | 480    | 00124          | OFF      | 25  | 100      | 0                  | 0 | 2*480*250           |    |                          |  |
| MICKE Drawer U. Castors 35x75 - Top                                                                                                                                                                                                                         | S023MKFRTP01                 | 1250                          | 21                           | 25.2   | 160      | M0003281          | 15                                                                       | 180    | 180            | 960    | 00124          | OFF      | 33  | 100      | 0                  | 0 | 2*330*480           |    |                          |  |
|    |                              |                               |                              |        |          |                   | LAYOUT:                                                                  |        |                |        |                |          |     |          |                    |   |                     |    |                          |  |