

# IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIAS *LEAN* NUMA LINHA DE PRODUÇÃO DE MOBILIÁRIO

**JOÃO PAULO MARTINS PEREIRA PINTO DE FREITAS**

DISSERTAÇÃO DE Mestrado APRESENTADA

À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA

# IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIAS *LEAN* NUMA LINHA DE PRODUÇÃO DE MOBILIÁRIO

*João Paulo Martins Pereira Pinto de Freitas*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo Gil da Costa



**Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2015-01-23



## Resumo

Com a necessidade de serem cada vez mais competitivas devido às exigências, as empresas têm que investir num melhoramento contínuo dos seus processos. É com esta necessidade que nasce a filosofia *Lean*, que permite às empresas diferenciar as atividades que acrescentam valor das que não acrescentam, permitindo assim identificar o que deve ser eliminado.

Para a realização do projeto descrito neste relatório de dissertação foi seguida uma linha de pensamento de acordo com a filosofia *Lean*, tendo sido detalhadamente analisada a área de furação e orlagem (*EdgeBand & Drill*) na fábrica *Foil* da *IKEA Industry Portugal*, recorrendo a ferramentas tais como o *Value Stream Mapping*. Com este estudo foi possível identificar os vários problemas existentes na área e que contribuem para a sua baixa eficiência.

Depois de recolhidas e analisadas todas as informações sobre a *EdgeBand & Drill* foram apresentadas propostas de melhoria que tiveram como base várias ferramentas *Lean*, sendo destacado o uso da ferramenta de *standard work*.

No final do projeto foi constatada uma subida da eficiência produtiva da área, uma redução dos tempos de paragens e uma redução da percentagem de peças defeituosas e de sucata.

# Implementation of Lean Methodologies in a Furniture Production Line

## Abstract

The companies have to invest in a continuous improvement of their process due to competition and requirements. From these necessities Lean's philosophy appears. Which allow the companies to differentiate those activities that improve their growth from those which do not. In this way it is possible to identify what should be eliminated.

For the realization of the project described in this report was followed a thought line in accordance with Lean Philosophy. Being analyzed with detail the EdgeBand & Drill area the factory Foil of Ikea Industry Portugal, using tools such as Value Stream Mapping.

With this study was possible to identify the various problems that exist in the area that contribute for its low efficiency.

Then with the collection and analysis of all the information about EdgeBand & Drill some improvement purposes were presented which had as several bases Lean tools, being detached the use of the tool standard work.

In the end of the project it was verified an increase in the productive efficiency of the area, a reduction of the stopping times, as well as, the percentage of defected pieces.

## Agradecimentos

Aos meus pais e família pelo apoio valores transmitidos durante a minha formação.

À minha namorada pela paciência demonstrada e apoio incondicional.

Aos meus orientadores de dissertação. Na FEUP ao Prof. Eduardo Gil da Costa pela disponibilidade e apoio dados ao longo da dissertação. NA IKEA Industry ao Eng. Mário Ferreira pelo acolhimento e apoio dado na empresa.

A todos os meus companheiros do IKEA Industry que me ajudaram a alcançar os meus objectivos, em particular do departamento de processos e da area *EdgeBand & Drill*, nomeadamente Gilberto Veiga, Ademar Leite, Micael Neto, Rui Neves, Jose Soares, Rita Caldeira, Sara Miranda, Henrique Pereira e Zita Almeida.

A todos muito obrigado!

## Índice de Conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Grupo IKEA Industry e IKEA .....	1
1.1.1	Valores do Grupo IKEA .....	1
1.1.2	IKEA Industry Portugal .....	2
1.2	Identificação do projeto e área de intervenção.....	2
1.3	Método seguido no projeto.....	3
1.4	Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório .....	4
2	Enquadramento Teórico.....	5
2.1	Origem do Lean .....	5
2.2	Princípios do Lean .....	7
2.3	Tipos de desperdício .....	7
2.4	Ferramentas Lean.....	9
2.4.1	5S (O Bom Housekeeping) .....	9
2.4.2	Kaizen .....	9
2.4.3	Just-in-time.....	10
2.4.4	Standard work.....	11
2.4.5	Value Stream Mapping .....	12
2.4.6	Análise ABC .....	13
2.4.7	Diagrama de Ishikawa .....	14
2.4.8	Poka-Yoke .....	15
3	Apresentação da área onde o projeto foi desenvolvido e seus problemas .....	16
3.1	Descrição da EdgeBand & Drill .....	16
3.1.1	Processo .....	16
3.1.2	Controlo periódico e parâmetros do processo .....	19
3.1.3	Setups no processo.....	21
3.2	Análise crítica e identificação de problemas .....	21
3.2.1	Análise ABC .....	22
3.2.2	VSM para o produto mais produzido - Besta 120x40x38 - R14 .....	23
3.2.3	Eficiência .....	24
3.2.4	Taxa de retrabalho e sucata .....	25
3.2.5	Tempos de paragens .....	28
3.3	Resumo do problemas encontrados .....	29
4	Propostas de Melhoria .....	31
4.1	Normalização .....	32
4.1.1	Normalização do processo produtivo .....	34
4.1.2	Normalização dos parâmetros de produção.....	35
4.1.3	Normalização dos Setups .....	36
4.1.4	Normalização das Inspeções .....	37
4.1.5	Normalização de Resoluções de Problemas .....	38
4.2	Sensor de deteção de peças juntas a entrar na furadora.....	39
4.3	Sistema de desvio de possíveis peças não conformes .....	40
4.4	Sistema fluxo puxado de reposição de stock de líquidos de limpeza do produto.....	41
4.5	Carro de apoio ao setup.....	42

4.6	Quadro com planeamento das alterações de ferramenta .....	43
4.7	Sensor que deteta a falta de furação .....	43
4.8	Análise do impacto na evolução dos indicadores de produção.....	44
5	Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro .....	46
5.1	Conclusões .....	46
5.2	Trabalhos Futuros .....	47
	Referências .....	48
ANEXO A:	Organigrama do IKEA <i>Industry</i> Portugal .....	50
ANEXO B:	Diagram de processos da área <i>EdgeBand &amp; Drill</i> .....	51
ANEXO C:	VSM da fábrica <i>Foil</i> .....	52
ANEXO D:	WES para limpeza do rolo da cola .....	53
ANEXO E:	Folha de cálculo para gestão de <i>stocks</i> dos líquidos de limpeza.....	54
ANEXO F:	SOS com procedimento a ter na sala dos líquidos de limpeza .....	55
ANEXO G:	Extrato do plano de controlo de processo da linha 1 .....	56

Siglas

BOS - Board on Style

EB&D - *Edge Band & Drill*

F&W - *Foil & Wrapping*

HDF - *High Density Fiber*

JIT - *Just-in-time*

OPL - *One Point Lesson*

PB - *Particle Board*

SOS - *Standard Operations Sheet*

TPS - *Toyota Production System*

VSM - *Value Stream Mapping*

WES - *Work Element Sheet*

WIP - *Work-In-Process*

ZD - Zero Defeitos

## Índice de Figuras

Figura 1 - Valores do Grupo IKEA (fonte: (IKEA <i>Industry</i> , 2014)).....	1
Figura 2 - <i>Layout</i> instalações IKEA <i>Industry</i> (fonte: (IKEA <i>Industry</i> , 2014)) .....	2
Figura 3 - Processo de produção da fábrica <i>Foil</i> .....	3
Figura 4 - Ciclo Investigação-Ação (adaptado de: (Susman & Evered, 1978)).....	3
Figura 5 - Modelo 4P (fonte: (Lopes 2012)) .....	6
Figura 6 - Casa Lean (fonte: (Lopes 2012)) .....	6
Figura 7 - Princípios Lean .....	7
Figura 8 - Representação dos sete desperdícios (fonte: (IKEA <i>Industry</i> , 2014)).....	8
Figura 9 - Chapéu Kaizen (fonte: (Imai 1994)).....	10
Figura 10 - Etapas necessárias para a elaboração de um VSM .....	12
Figura 11 - Símbolos utilizados na elaboração de um VSM (fonte: (Silveira 2013)).....	13
Figura 12 - Curva ABC (fonte: (Nogueira 2007)).....	14
Figura 13 - Exemplo diagrama de Ishikawa (fonte: (Ikea <i>Industry</i> , 2014)).....	14
Figura 14 - <i>Layout</i> da área <i>EdgeBand &amp; Drill</i> da fábrica <i>Foil</i> (fonte: (IKEA <i>Industry</i> 2014)).....	16
Figura 15 - <i>Layout</i> linha 1 da <i>EdgeBand &amp; Drill</i> (fonte: (IKEA <i>Industry</i> 2014)) .....	17
Figura 16 - <i>Layout</i> linha 2 da <i>EdgeBand &amp; Drill</i> (fonte: (IKEA <i>Industry</i> 2014)) .....	18
Figura 17- <i>Layout</i> linha 3 da <i>EdgeBand &amp; Drill</i> (fonte: (IKEA <i>Industry</i> 2014)) .....	18
Figura 18- <i>Layout</i> linha 1 da <i>EdgeBand &amp; Drill</i> (fonte: (IKEA <i>Industry</i> 2014)) .....	19
Figura 19 - Curva ABC relativa aos produtos da fábrica FOIL .....	22
Figura 20 - Extrato do VSM do Anexo 3, referente à área <i>EdgeBand &amp; Drill</i> .....	23
Figura 21 - Gráfico relativo à eficiência das áreas da <i>Foil</i> no mês de Setembro de 2014 . <b>Erro! Marcador não definido.</b>	
Figura 22 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> . Identificação das causas para a eficiência baixa.....	24
Figura 23 - Gráfico de <i>pareto</i> com informação de sucata da área <i>EdgeBand &amp; Drill</i> em Setembro de 2014.....	26
Figura 24 - Fotografias de algumas peças defeituosas: a) orla curta; b) furação com pouco escareado; c) desbaste da pré-fresagem; d) furo não está centrado com o <i>groove</i> ; e) sujidade de cola.....	26
Figura 25 - Gráfico de <i>pareto</i> com informação da sucata na <i>EdgeBand &amp; Drill</i> no mês de Setembro de 2014.....	27
Figura 26 - Gráfico de <i>pareto</i> com informação de paragens ocorridas no mês de Setembro de 2014 na <i>Edge Band &amp; Drill</i> .....	29
Figura 27 - <i>Template</i> da SOS .....	32
Figura 28 - <i>Template</i> da WES .....	33
Figura 29 - <i>Template</i> da Folha de Parâmetros.....	33
Figura 30 - <i>Template</i> da OPL.....	34
Figura 31 - SOS para rotina de arranque dos posto 3 da linha 2.....	35

Figura 32 - WES que explica como ligar uma máquina.....	35
Figura 33 - FP com posições dos batentes da linha 2.....	36
Figura 34 - SOS com procedimento a ter no <i>setup</i> de produto do posto 2 da linha 4.....	37
Figura 35 - Quadro de inspeção.....	38
Figura 36 - Suporte de armazenamento dos desenhos técnicos .....	38
Figura 37 - OPL devido à verificação de picotado na <i>Hemnes</i> na linha 3 .....	39
Figura 38 - Sistema de deteção de sujidade no rolo da cola: a)visualização do rolo da cola no software; b)câmaras de deteção de sujidade; c)pirilampos de aviso. ....	40
Figura 39 - Impressora do sistema de desvio de peças.....	41
Figura 40 - <i>Layout</i> do armazém de líquidos inflamáveis .....	42
Figura 41- Cartão de aviso de <i>stoxk</i> mínimo atingido .....	42
Figura 42 - Carrinho de apoio a <i>Setups</i> .....	43
Figura 43 - Evolução da eficiência ao longo do projeto.....	44
Figura 44 - Evolução da percentagem de disponibilidade da área durante o projeto.....	44
Figura 45 - Evolução da taxa de retrabalho durante o projeto.....	44
Figura 46 - Evolução da taxa de sucata durante o projeto.....	45

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Diferenças entre JIT e o sistema tradicional (adaptado de: (Ferreira 2010)) .....	11
Tabela 2 - Controlos periódicos realizados na <i>Edge Band &amp; Drill</i> .....	20
Tabela 3 - Parâmetros de produção da <i>EdgeBand &amp; Drill</i> .....	21
Tabela 4 - Análise ABC realizada aos produtos da fábrica FOIL .....	22
Tabela 5 - Medidas de desempenho da área <i>EdgeBand &amp; Drill</i> .....	23
Tabela 6 - Tabela com os defeitos existentes na área no mês de Setembro de 2014 .....	25
Tabela 7 - Dados da sucata na <i>EdgeBand &amp; Drill</i> no mês de Setembro de 2014 .....	27
Tabela 8 - Paragem ocorridas na <i>EdgeBand &amp; Drill</i> no mês de Setembro de 2014, e respetivos tempos.....	28
Tabela 9 - Resumo dos problemas encontrados na <i>EdgeBand &amp; Drill</i> .....	30
Tabela 10 - Plano de ações de propostas sugeridas segundo análise 5W2H (* melhorias feitas com recursos existentes na fábrica) .....	31

## 1 Introdução

O projeto descrito neste relatório foi realizado unidade de Paços de Ferreira da *IKEA Industry*, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Neste primeiro capítulo é feita uma introdução ao projeto, para se perceber o contexto onde se insere, sendo feita a apresentação da *IKEA Industry*, empresa que deu apoio na realização do projeto e identificada a metodologia utilizada na sua elaboração.

### 1.1 Grupo *IKEA Industry* e *IKEA*

Em 1943, numa aldeia na Suécia chamada Agunnaryd, Ingvar Kamprad criou o Grupo *IKEA*, sendo o mobiliário a principal área de negócio. Atualmente o grupo conta com mais de 300 lojas espalhadas em 26 países e fazem parte da *IKEA* mais de 100.000 trabalhadores.

Com o crescimento do grupo e a necessidade de corresponder à procura, criou-se em 1991 a *Swedwood*, que produz mobiliário exclusivamente para o *IKEA*. Em 2013 a *Swedwood* passou a chamar-se *IKEA Industry*, com 50 unidades industriais em 12 países.

#### 1.1.1 Valores do Grupo *IKEA*

O Grupo *IKEA* assenta num conjunto de valores que são: simplicidade, pessoas, baixo custo e empreendedorismo. Na Figura 1 estão representados esses valores.

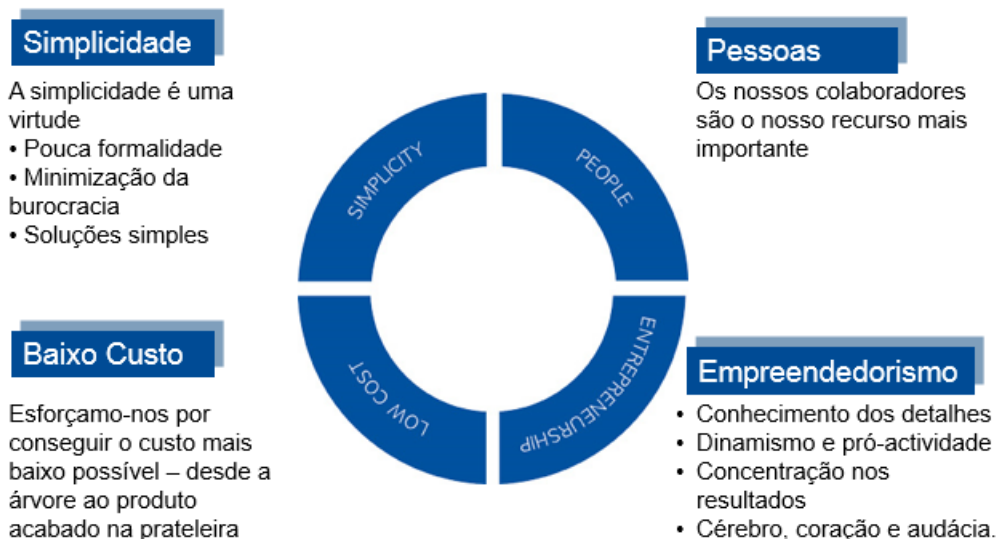


Figura 1 - Valores do Grupo *IKEA* (fonte: (*IKEA Industry*, 2014))

Seguindo estes valores é formada uma cultura em que o trabalho em equipa e a união são essenciais. Num grupo em constante crescimento como a *IKEA*, todos os colaboradores são tratados atenciosamente, respeitados, reconhecidos e incluídos.

### 1.1.2 IKEA Industry Portugal

O Grupo IKEA *Industry* entrou em Portugal em 2007 com a criação de uma unidade de produção de mobiliário em Paços de Ferreira. Atualmente conta com perto de 1500 colaboradores. No Anexo A é possível ver o organigrama com a estrutura da empresa.



Figura 2 - *Layout* instalações IKEA *Industry* (fonte: (IKEA *Industry*, 2014))

Na Figura 2 é possível ver o *layout* das instalações da unidade do IKEA *Industry* de Paços de Ferreira. Nas instalações de Paços de Ferreira existem dois setores de negócio diferentes: o *Board on Frame*, onde existem as fábricas *Foil* e *Lacquering & Print*, e o *Flat Line*, que é composto pela fábrica *Pigment*. Nas instalações existe também o *Warehouse*, que é para onde vão os produtos de todas as fábricas antes de serem enviados para o cliente.

### 1.2 Identificação do projeto e área de intervenção

O projeto desenvolvido pretende alcançar uma melhoria no processo de produção na área de orlagem e furação da empresa.

A área em que o projeto foi realizado é denominada de *EdgeBand & Drill* (EB&D) da fábrica *Foil*. Nesta fábrica o processo produtivo começa na área *Cutting*, onde a matéria-prima é cortada em placas de menor dimensão. A matéria-prima pode ser *High Density Fiber* (HDF), melamina ou *Particle Board* (PB).

Da área de *Cutting* os produtos em curso de fabrico passam para a área *Board On Style* (BOS), onde se constroem painéis do tipo *Sandwich*. Nesta área inicialmente é feita a aplicação de cola numa placa de HDF, em que são coladas ripas. Estas ripas, que foram cortadas de placas PB, são coladas nos lados e no centro da placa de HDF, sendo colocado depois o enchimento *honeycomb* no meio das ripas. De seguida é colada outra placa de HDF em cima, sendo formado o painel. Por fim as placas são empilhadas e prensadas.

A área seguinte é a *Foil & Wrapping* (F&W), onde se faz o revestimento dos painéis BOS e da melamina com papel, seguida da área *EdgeBand & Drill*, onde foi realizado o projeto. Nesta área é feita a colagem da orla e a furação, cujo processo será detalhadamente descrito no capítulo 3.

Por fim, o embalamento do produto final é feito no *Packing*.

Na Figura 3 é possível ver a representação do processo produtivo.

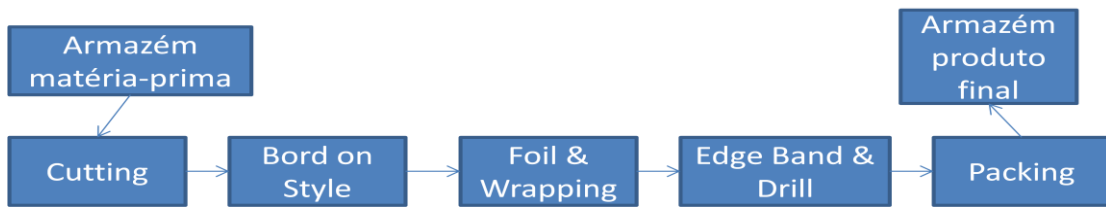


Figura 3 - Processo de produção da fábrica *Foil*

O objetivo do projeto consiste em melhorar o processo produtivo, aumentando a eficiência, reduzindo os tempos de paragem e reduzindo a taxa de retrabalho e percentagem de sucata.

Para alcançar este objetivo foram utilizadas diversas ferramentas *Lean*, nomeadamente o *standard work*.

### 1.3 Método seguido no projeto

A metodologia seguida neste projeto foi a de Investigação-Ação, que é uma família de metodologias de investigação que incluem ação e investigação em simultâneo, utilizando um processo cíclico ou em espiral, que alterna entre ação e reflexão crítica (Coutinho et al., 2009).

As características desta metodologia são as seguintes (Coutinho et al., 2009):

- Participativa e colaborativa: inclui todos os intervenientes no processo;
- Prática e interventiva: não se limita ao campo teórico, a ação está ligada a uma mudança;
- Cíclica: envolve uma espiral de ciclos, onde a pesquisa inicial gera possibilidades de mudanças, que são depois implementadas e avaliadas introduzindo-se um ciclo seguinte;
- Crítica: a comunidade crítica dos participantes não procura apenas melhores práticas no seu trabalho, mas também, atuam como agentes de mudança, críticos e autocríticos das eventuais restrições;
- Auto avaliativa: modificações continuamente avaliadas, numa perspetiva de adaptabilidade e de produção de novos conhecimentos.



Figura 4 - Ciclo Investigação-Ação (adaptado de: (Susman & Evered, 1978))

Os principais objetivos são compreender, melhorar e reformar práticas (Coutinho et al., 2009). A metodologia é constituída por uma espiral de ciclos como o ciclo representado na Figura 4.

Na realização deste projeto, para alcançar os resultados pretendidos, para além do enquadramento teórico, foram seguidas estas cinco etapas representadas na Figura 4.

#### **1.4 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório**

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos. No presente, capítulo, onde se insere este subcapítulo, foi feita uma introdução, identificando o projeto e seus objetivos, metodologia apresentada e apresentação da empresa onde o projeto foi desenvolvido.

No segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica ao *Lean Manufacturing*, tema central do projeto, de forma a fornecer um maior conhecimento sobre o assunto da dissertação.

No terceiro capítulo é feita uma descrição do estado inicial, sendo detalhadamente descrita a área onde o projeto foi realizado e os problemas detetados à data em que se iniciou o projeto, ou seja, setembro de 2014.

No quarto capítulo é feita a abordagem aos problemas descritos no capítulo 3, sendo descritas as medidas adotadas no sentido de os resolver.

Por fim, no quinto capítulo, são apresentadas as conclusões e sugestões para o futuro do projeto e da empresa.

## 2 Enquadramento Teórico

A filosofia *Lean* é uma prática de gestão que orienta a sua ação para a eliminação contínua dos desperdícios. A utilização deste conceito tem crescido muito dentro das empresas nos últimos anos, pois permite aumentar a sua competitividade perante o mercado.

Quando se procura uma produção *Lean*, é analisado o tempo desde que a encomenda é feita até ao momento em que é feita a entrega. Este tempo é reduzido com a eliminação de tudo o que não acrescenta valor, que são os desperdícios (Ohno 1988).

### 2.1 Origem do *Lean*

O conceito *Lean Production* nasceu do sistema produtivo da Toyota, conhecido por *Toyota Production System* (TPS). O TPS teve origem nas décadas de 40/50, e foi descrito por Monden (1984) e por Ohno (1988).

No final da Segunda Grande Guerra o Japão era um país com falta de recursos, para o qual a indústria teve que se adaptar, pois de outra maneira não conseguiriam competir com os baixos preços das indústrias ocidentais, onde a produção era em massa. Para isso, tornou-se essencial desenvolver um sistema de produção capaz de fazer muito com pouco, pois os recursos eram escassos, e que fosse mais flexível, pois a procura era variada e reduzida. É assim que surge o *Toyota Production System*, sistema que assenta em duas filosofias centrais na cultura nipónica: eliminação de desperdícios e o respeito pelas pessoas (Jacobs and Chase 2013). Desperdício, como foi definido pelo antigo presidente da *Toyota*, Fujio Cho, é tudo para além da quantidade mínima de equipamentos, materiais, peças e trabalhadores essenciais para a produção.

No livro *Toyota Way* (Liker 2005) é feita uma abordagem através de uma pirâmide de quatro níveis, conhecida como modelo dos 4P, que é considerado o ponto de partida para uma abordagem a um sistema de produção como o da Toyota. Os 4P são resolução de problemas (*Problem Solving*), pessoas e parceiros (*People/Partners*), processo (*Process*) e filosofia (*Philosophy*):

- Resolução de problemas: melhoria contínua e aprendizagem;
- Pessoas e parceiros: respeito, desafio e desenvolvimento dos trabalhadores;
- Processo: eliminar desperdícios;
- Filosofia: pensamento a longo prazo.

O modelo é construído de baixo para cima, onde a filosofia da empresa e a sua lógica levam à eliminação dos desperdícios, desenvolvimento das pessoas e constante solução de problemas para conseguir um sistema com melhoria contínua. A pirâmide do modelo 4P encontra-se representada na Figura 5.

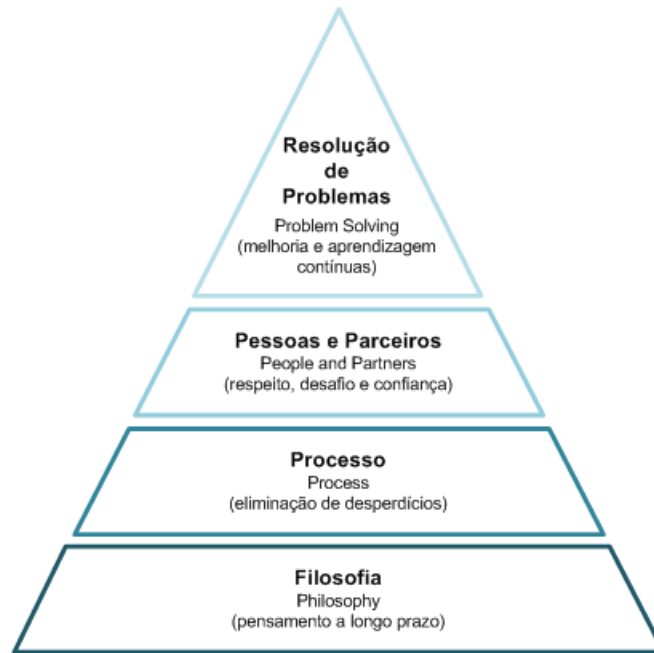


Figura 5 - Modelo 4P (fonte: (Lopes 2012))

No livro *Toyota Way* (Liker 2005), *Lean* é definido através de uma casa, conhecida como a "casa do *Lean*", onde os princípios e as ideias definidas no TPS estão esquematizadas. Este esquema transmite uma ideia base de que, tal como uma casa, onde o telhado, pilares e alicerces têm que ser fortes para a casa ser forte, no TPS também temos telhado, pilares e alicerces que têm uma grande importância para o seu funcionamento. Na Figura 6 está representada essa casa.

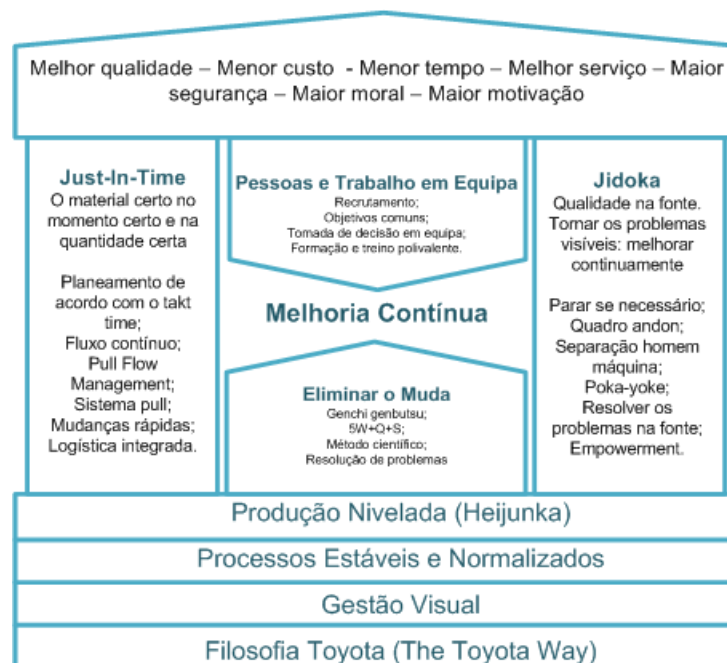


Figura 6 - Casa Lean (fonte: (Lopes 2012))

Nos alicerces estão a produção nivelada, processos *standard*, gestão visual e a filosofia Toyota, que são os princípios para tornar os processos estáveis.

O *Jidoka* e *Just-in-Time* são os pilares da “casa do *Lean*”. *Jidoka* pode ser traduzido como "automação inteligente", que significa que o processo é automatizado de maneira que, por si só, detete qualquer erro ou anomalia na produção, e quando o fizer, ter a capacidade de parar a operação ou processo. Assim é possível eliminar o erro pela raiz. *Just-in-Time* é um

tipo de produção em que o produto ou serviço é entregue no momento certo, no local certo e na quantidade certa.

No interior da casa temos as pessoas, a melhoria contínua ou *kaizen*, resolução de problemas e redução de desperdícios. O telhado representa o resultado final, que é um produto ou serviço de qualidade, com o menor custo possível e que corresponda às exigências do cliente.

## 2.2 Princípios do Lean

O termo *Lean Production* apareceu pela primeira vez no livro "*The Machine That Changed the World*" (Jones, Roos et al. 1990) e no livro "*Lean Thinking*" (Womack and Jones 1996) são descritos os cinco princípios da filosofia *Lean*. Estes princípios, que são considerados como o "antídoto dos desperdícios", são os seguintes (Figura 7):

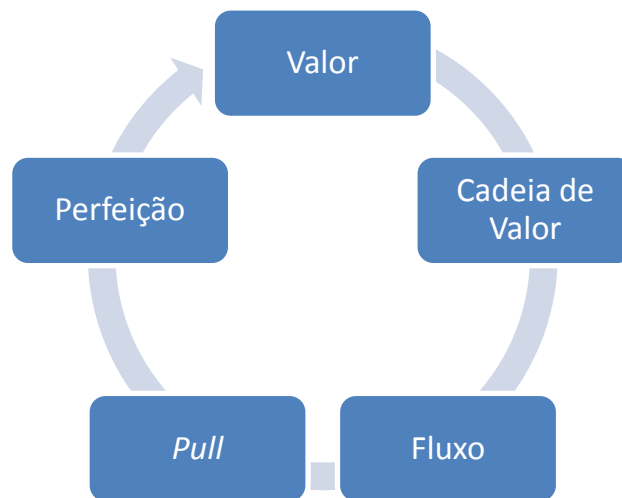


Figura 7 - Princípios Lean

- Criação de valor: são os clientes que definem o que é valor, e não a empresa (Womack and Jones 1996). Tem que ser bem entendido pela empresa, de maneira a saber o que o cliente está disposto a pagar.
- Identificação da cadeia de valor: identificar todas as atividades da cadeia de valor, desde os fornecedores até ao cliente final. Existem três tipos de atividade: as que acrescentam valor, as que não acrescentam valor mas que são necessárias, e as que não acrescentam valor e não são necessárias. Estas últimas são consideradas desperdício e devem ser eliminadas.
- Existência de um fluxo de produção contínuo: o objetivo assente neste princípio é o de tornar a cadeia de valor o mais fluida possível, sem qualquer tipo de desperdícios.
- Implementação de um sistema pull: produzir apenas o que a procura pede, para que não exista excesso de produção. Sendo o cliente a puxar a produção é possível reduzir stocks e facilita a identificação de defeitos.
- Busca da perfeição: é preciso criar uma cultura de melhoria contínua, que tenha como objetivo alcançar um produto ou serviço perfeito em que não exista qualquer desperdício.

## 2.3 Tipos de desperdício

Um dos principais objetivos da filosofia *Lean* consiste em eliminar os desperdícios ou atividades que não acrescentam valor, pois são refletidos no aumento dos tempos de entrega, na qualidade do produto e no custo final do produto ou serviço, e, mais importante que tudo, o

cliente não está disposto a pagar por eles. Ohno (1988) e Shingo (1989) definiram os sete tipos de desperdício, conhecidos como os desperdícios do TPS, apresentados de seguida (Figura 8):



Figura 8 - Representação dos sete desperdícios (fonte: (IKEA Industry, 2014))

- **Sobreprodução** ou produção excessiva: segundo Ohno este é o pior dos desperdícios, pois implica outros tipos de desperdícios como, por exemplo, excesso de stocks ou consumo excessivo de matérias primas e recursos humanos. Este desperdício acontece quando estamos a produzir mais do que o cliente pede.
- **Espera**: refere-se a situações em que o produto está pronto a ser transformado, mas fica à espera de recursos. Estes recursos podem ser máquinas, pessoas, matérias-primas ou informações não disponíveis. Este tipo de desperdício acontece muito em linhas de produção.
- **Transporte**: este tipo de desperdício está ligado ao fluxo de materiais, desde o fornecedor até ao cliente final. Qualquer movimentação de materiais ou do produto que não acrescente valor é um desperdício de transporte. Muitas vezes são verificadas movimentações em demasia devido à má disposição do *layout*, portanto este deve ser pensado de maneira a que os produtos percorram a menor distância possível.
- **Processamento inadequado**: Processos e operações realizados que não são necessários, ou então que são feitos de forma ineficiente.
- **Excesso de inventário**: a acumulação de stocks ao longo do sistema produtivo pode trazer outros tipos de desperdícios como defeitos e transportes, para além de ocuparem área desnecessária.
- **Movimentações**: a diferença deste desperdício para os transportes é que este tipo é referente às movimentações dos operadores e equipamentos que não adicionam valor, e não às movimentações de materiais e produtos. Procura de ferramentas, documentos ou materiais, tirar dúvidas e abastecimento do próprio posto são exemplos de movimentações a que este tipo de desperdício está ligado. Com uma melhor formação do operador, melhor organização do posto de trabalho e tendo cuidados com aspetos ergonómicos, pode ser reduzido significativamente este desperdício.
- **Defeitos**: defeitos são não-conformidades no produto. Para o menor consumo possível de materiais e tempo, é necessário identificar o defeito o mais cedo possível. Os defeitos mais prováveis devem ser bem identificados e deve ser definida uma maneira de os eliminar.

## 2.4 Ferramentas Lean

Para o sucesso de uma implementação *Lean* existem várias ferramentas que devem ser utilizadas, sendo o *Value Stream Mapping* (VSM) o ponto de partida (Abdulmalek and Rajgopal 2007).

### 2.4.1 5S (O Bom Housekeeping)

Os 5S são uma ferramenta *Lean* que surgiu no Japão com Sakichi Toyoda (Ohno, 1988). Esta ferramenta surge com a preocupação com a organização, arrumação e limpeza do local de trabalho e contribui para uma redução de desperdícios e uma melhor eficiência das pessoas.

A denominação 5S vem das suas cinco etapas, que são cinco palavras japonesas começadas pela letra S: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

- *Seiri* (Triagem) - Fazer a distinção de itens necessários e itens desnecessários, descartando os desnecessários. Deve ser estabelecido um teto para o número de itens necessários (Imai 1994).
- *Seiton* (Organização) - Depois de se terem eliminado todos os itens desnecessários e terem ficado apenas o número mínimo de itens necessários, é preciso classificar esses itens por uso e organizá-los, minimizando o tempo e o esforço de busca. Deve ser especificado tanto a localização como o número máximo de itens (Imai 1994).
- *Seiso* (Limpeza) - Esta etapa trata da limpeza do ambiente de trabalho, composto por máquinas, ferramentas, chão, paredes e outras áreas. Se tivermos uma máquina coberta de óleo não vai ser fácil visualizar problemas que esta possa dar (Imai 1994).
- *Seiketsu* (Sistematização) - Conceito de limpeza aplicado à própria pessoa, ou seja, por exemplo usar uniformes de trabalho corretos, óculos de segurança, luvas e sapatos, bem como manter um ambiente de trabalho limpo e saudável. Esta etapa também tem que manter o trabalho de *seiri*, *seiton* e *seiso* continuamente todos os dias (Imai 1994).
- *Shitsuke* (Autodisciplina) - É desenvolvida a autodisciplina das pessoas que já praticam *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* continuamente, tornando estas atividades parte do seu trabalho diário, e só nesta etapa se atinge a disciplina necessária, por parte dos trabalhadores, para se tornar essa rotina possível. Nesta fase final devem ser definidos os padrões para cada etapa dos 5S e garantir que esses padrões são seguidos. Nesses padrões deve estar incluído como avaliar o progresso de cada etapa (Imai 1994).

Os três primeiros passos pretendem uma elevação em termos de organização para níveis mais elevados, e os dois últimos têm como objetivo a manutenção do nível atingido (Courtois, Martin-Bonnefois et al. 1997).

### 2.4.2 Kaizen

*Kaizen* é uma palavra japonesa que significa melhoria contínua, que surge da unificação de "*Kai*" e "*Zen*", que significam respetivamente "mudar" e "melhor". Esta filosofia é natural e óbvia para qualquer japonês, e pode explicar o sucesso competitivo do Japão ao longo dos anos. Este conceito surge na indústria japonesa depois da II Guerra Mundial, onde a maioria das empresas teve que começar do zero, e é utilizado para aumentar a produtividade e o valor acrescentado, reduzindo os desperdícios. O conceito envolve todas as pessoas, desde administradores a simples trabalhadores, e à sua execução tem associadas poucos custos (Imai 1994).

O conceito *kaizen* é como um guarda chuva que engloba práticas de gestão como o Controlo da Qualidade Total, Zero Defeitos (ZD), *just-in-time* (JIT) ou ainda o Sistema de Sugestões. Na Figura 9 é possível ver a representação desse guarda-chuva.



Figura 9 - Chapéu Kaizen (fonte: (Imai 1994))

A filosofia *kaizen* é baseada numa linha de pensamento orientada para o processo, e é através do aperfeiçoamento deste que se alcançam melhores resultados. Desta forma, quando não se verificam os resultados pretendidos, é preciso localizar e retificar as anomalias baseadas no processo.

Inovação e *kaizen* são duas classificações de melhoria. Quando se fala em inovação, está a ser feita uma referência a um crescimento exponencial em termos de melhoria, no qual são envolvidos enormes gastos em novas tecnologias ou equipamentos. Ao invés, uma melhoria *kaizen* é feita com esforço e envolvimento individual e coletivo de todos os trabalhadores, não se tratando de um crescimento acentuado e repentino, mas sim de um crescimento gradual e de baixo custo.

#### 2.4.3 *Just-in-time*

O *Just-in-time*, que é um dos pilares da casa do *Lean* e foi pela primeira vez descrito por Ohno em 1988 no livro *Toyota Production System*, pretende aumentar a competitividade das empresas reduzindo os custos de produção. Este objetivo é atingido pela eliminação de todos os tipos de atividade que não acrescentam valor ao produto e pela criação de um sistema de produção "magro" e flexível de forma a poder responder às flutuações das encomendas dos clientes (Imai 1997). O *Just-in-time* segue uma linha de pensamento em que tem que ser produzido o produto certo, na quantidade certa, no momento certo, verificando-se assim a redução de stocks, de *Work-In-Process* (WIP), de defeitos e de outras atividades que não acrescentam valor ao produto (Monden 1984, Liker 2005). Este sistema dá ênfase ao conceito de zero filas, zero *stocks* e zero paragens (Pinto 2011).

O sistema de produção *just-in-time* tem vários conceitos que servem de apoio: tempo de *takt* versus tempo de ciclo, *one-piece-flow*, produção *pull*, *jidoka* (automação), células em U, uso de *kanban* e redução do tempo de *Setup* (Imai 1997).

O tempo de *takt* é o ritmo de produção necessário para atender à procura. O tempo de ciclo é o que limita o tempo de *takt*, pois é o máximo ritmo de produção que uma linha ou célula consegue atingir (Alvarez and Antunes Jr 2001).

*One-piece-flow* é um sistema de produção em que uma única peça passa de processo em processo sem que exista acumulação de stocks. Neste sistema uma peça a sair equivale a uma peça a entrar.

Nas células em U a entrada e a saída estão próximas uma da outra, o que possibilita que o abastecimento da célula e a retirada dos produtos acabados possa ser feita de uma só vez. Neste tipo de célula temos as máquinas próximas uma das outras, o que reduz as movimentações dos operadores.

*Jidoka* ou "automação inteligente", que constitui outro pilar da casa *Lean*, é um sistema de supervisão em que as máquinas detetam erros, e mal os detetem param ou o produto com erro é retirado da linha automaticamente.

A Tabela 1 mostra as principais diferenças do *Just-in-time* para o sistema tradicional.

Tabela 1 - Diferenças entre JIT e o sistema tradicional (adaptado de: (Ferreira 2010))

Factor	Sistema Tradicional	Sistema JIT
Stocks	Necessário para compensar ineficiências	Objectivo nulo
Entregas	Poucas, quantidades grandes	Muitas, quantidades pequenas
Tamanho dos lotes	Grande	Pequeno
Setups e ciclos de produção	Poucos e longos	Muitos e curtos
Fornecedores	Relações sem compromissos	Parceiros
Pessoal	Recurso necessário	Trunfo (flexibilidade, cooperação, autonomia, iniciativa)

#### 2.4.4 Standard work

Taylor e Gilbreth iniciaram os estudos da disciplina de normalização do trabalho e de tempo no início no século dezanove, e desde então tem havido grandes progressos. O conceito de *standard work* foi mais aprofundado pela Toyota com o objetivo de criar um fluxo de trabalho contínuo e eficaz num sistema de produção *one-piece-flow*. Na Toyota esta ferramenta é aplicada em tudo que é trabalho manual, seja em produção, logística ou num ambiente de escritório (Coimbra 2009).

Criar uma normalização do trabalho significa alcançar um estado de fluidez nos movimentos dos trabalhadores, para que o trabalho seja feito no menor tempo possível e com uma boa qualidade (Coimbra 2009).

A essência do trabalho normalizado é observar o movimento dos trabalhadores. No diagrama de esparguete podemos ver os movimentos dos trabalhadores no *layout* de trabalho, tornando os desperdícios em termos de movimento visíveis (Coimbra 2009).

A normalização do trabalho transmite a melhor forma de executar as tarefas e constitui uma base para a melhoria. Por esta razão o *standard work* tem que estar constantemente em mudança (Dennis 2007).

Monden (1984) definiu três objetivos:

- Atingir produtividade alta, trabalhando de forma eficiente;
- Atingir o equilíbrio das linhas entre todos os processos em termos do *timing* de produção;
- Atingir a quantidade mínima de *work-in-process*.

Para serem alcançados esses objetivos, Monden (1984) refere três componentes:

- Tempo de ciclo;
- Rotinas de operações *standard*;
- Quantidade *standard* de *work-in-process*.

Segundo Dennis (2007), os benefícios da normalização do trabalho são os seguintes:

- Estabilidade do processo, ou seja, este é repetido ao longo do tempo, o que dá um maior conhecimento do processo;
- Ponto de paragem e de início para cada processo claros: Estando estes bem definidos, e tendo o conhecimento do tempo de *takt* e tempo de ciclo, permite ver as condições da produção facilmente;
- Auditoria e resolução de problemas: A normalização permite saber a condição verificada num certo momento e identificar os problemas;
- Envolvimento dos trabalhadores e *poka-yoke*: Num sistema *Lean* cada trabalhador desenvolve o *standard work*, apoiados por um supervisor ou engenheiro;
- Aprendizagem organizacional: O *standard work* conserva o *know-how* e a perícia. Se um trabalhador antigo sai, o seu conhecimento não é perdido;
- Kaizen: A maioria dos processos têm desperdícios. Depois de alcançar a estabilidade dos processos, já se pode aperfeiçoar os mesmos;
- Formação: A normalização fornece as bases para a formação dos trabalhadores. Sendo o processo de formação mais fácil, mais fácil é responder à necessidade de mudança.

#### 2.4.5 Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* (VSM) é o mapa do fluxo de valor, que é composto por todas as ações necessárias, tanto as que adicionam valor como as que não adicionam, para levar qualquer produto através do fluxo principal, essencial para todos os produtos. Ter uma perspetiva do fluxo de valor significa ter uma visão global de todos os processos desde a matéria-prima até o produto ser entregue cliente (Rother and Shook 2003).

Através desta ferramenta, que é usada para desenvolver processos *Lean*, é possível identificar num gráfico onde é adicionado valor e onde não é. Para criar um processo *Lean* é preciso ter um conhecimento total, incluindo processos de produção, fluxos de materiais e fluxos de informação. Com ajuda deste mapa são eliminados ou modificados os processos e fluxos que não adicionam valor (Jacobs and Chase 2013).

Para se fazer um VSM existem quatro etapas (Rother and Shook 2003) representadas na Figura 10.



Figura 10 - Etapas necessárias para a elaboração de um VSM

Na primeira etapa é necessário selecionar uma família de produtos para a qual é feito o mapeamento dos processos. Essa família tem que ser a de maior importância na perspetiva do cliente.

Para se elaborar o estado atual é necessário recolher toda a informação necessária, tal como o tempo de ciclo, *lead time*, número de trabalhadores, tempo de troca de ferramentas, número de turnos, inventário entre processos, tamanho de lotes de produção e disponibilidade. Depois

de recolhida toda a informação necessária é elaborado o mapa dos processos no estado atual, analisando depois possíveis fontes de desperdício e processos a melhorar.

Na Figura 11 estão representados os símbolos utilizados na realização de um VSM.

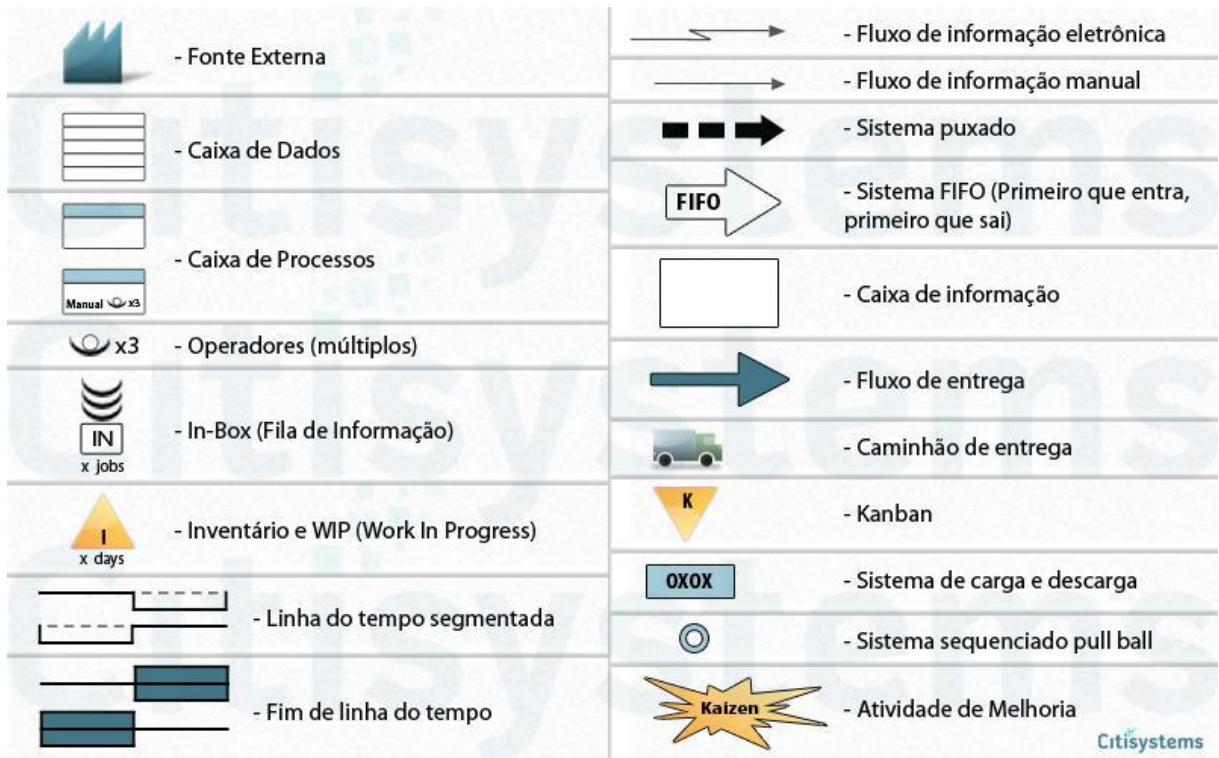


Figura 11 - Símbolos utilizados na elaboração de um VSM (fonte: (Silveira 2013))

Depois de realizado o mapa do estado atual é necessário desenvolver um mapa para um estado futuro, que é o estado que se pretende alcançar depois de terem sido realizadas as melhorias no estado atual.

Por último é criado um plano de ações, que tem como finalidade alcançar o estado futuro definido na etapa anterior.

#### 2.4.6 Análise ABC

A análise ABC é um método antigo, mas eficaz, que segue a linha de raciocínio de um gráfico de *pareto*, que se baseia na conclusão de que a maioria dos problemas são devido a uma pequena percentagem de causas (Nogueira 2007, Jacobs and Chase 2013).

No Figura 12 está representado um gráfico que mostra a metodologia de cálculo usada na análise ABC.

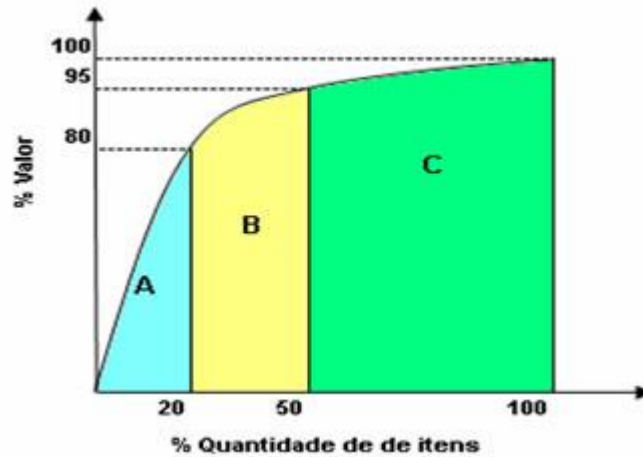


Figura 12 - Curva ABC (fonte: (Nogueira 2007))

Classe A: Categoria que inclui os itens com maior importância e que representam 80% do valor total.

Classe B: Categoria que inclui os itens de média importância e que representam 15% do valor total.

Classe C: Categoria que inclui os itens de menor importância e que representa 5% do valor total.

#### 2.4.7 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de *Ishikawa*, ou diagrama causa-efeito, foi criado pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa e é um instrumento que auxilia na análise de problemas, tendo assim um papel importante na melhoria contínua (Sabino, Júnior et al. 2009).

O diagrama causa-efeito foi concebido para representar claramente as diferentes causas que afetam um processo por classificação e relação das causas (Sabino, Júnior et al. 2009).

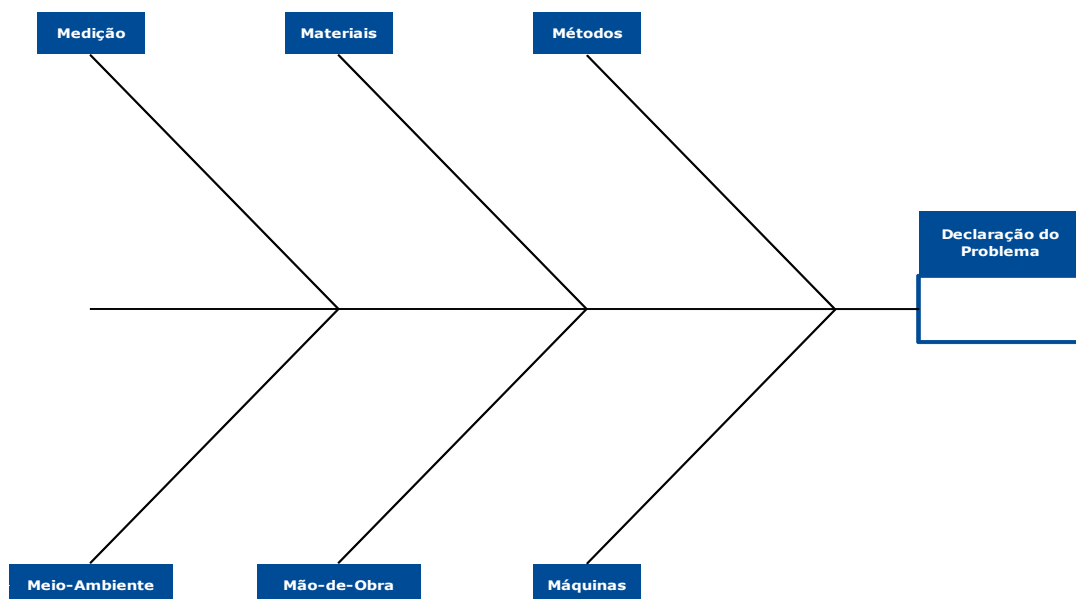


Figura 13 - Exemplo diagrama de Ishikawa (fonte: (Ikea Industry, 2014))

A sua estrutura é composta pela cabeça, que representa o problema, e escamas, que representam os fatores que afetam o problema. As causas do problema estão divididas em diferentes categorias como podemos ver no exemplo representado na Figura 13 (Sabino, Júnior et al. 2009).

#### 2.4.8 *Poka-Yoke*

*Poka-Yoke* é um mecanismo à prova de falhas que tem o objetivo de detetar erros e de impedir a execução errada de uma operação, parando a produção, reduzindo o número de peças defeituosas. Um *poka-yoke* pode também ser apenas um sinal luminoso ou sonoro, que não pára a produção, apenas avisando a necessidade de correção (Shingo 1986).

Shingo (1986) identificou três classes distintas de sistemas *Poka-Yoke*:

- Métodos de contacto: detetam anomalias na dimensão ou forma do produto;
- Métodos *Fixed-Value*: detetam anomalias em operações que têm definidas um número de movimentos/passos através de um sistema de contagem automática de movimentos realizados;
- Métodos *Motion-Step*: detetam anomalias em operações que têm um procedimento padrão definido, evitando que o operador realize uma etapa que não faz parte do procedimento usual.

### 3 Apresentação da área onde o projeto foi desenvolvido e seus problemas

Neste capítulo é descrito detalhadamente o processo da área em que o projeto foi realizado, a *EdgeBand & Drill*, sendo identificados os problemas recorrendo a algumas ferramentas de análise e sendo apresentados e analisados os valores de desempenho da área.

#### 3.1 Descrição da *EdgeBand & Drill*

Os produtos, depois passarem pelas áreas do *Cutting*, *Board on Style e Foil & Wrapping*, passam pelo processo de furação, orlagem e são cortados em peças simples numa quarta área denominada de *EdgeBand & Drill*.

##### 3.1.1 Processo

Existem quatro linhas de produção nesta área que têm a designação de linha 1, 2, 3 e 4. As linhas 1,2 e 3 têm um processo semelhante com algumas diferenças técnicas, sendo a linha 4 a exceção em termos de processo. Na Figura 14 está representado o *layout* da área.

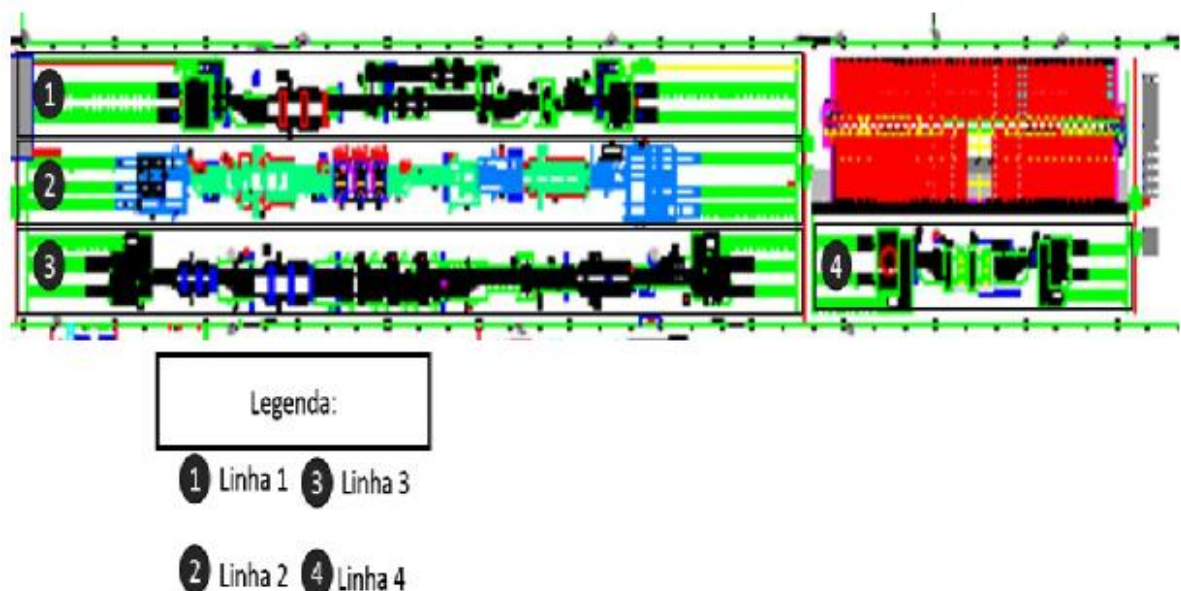


Figura 14 - *Layout* da área *EdgeBand & Drill* da fábrica *Foil* (fonte: (IKEA Industry 2014))

O abastecimento das linhas 1, 2 e 3 é feito através de um carro de transporte, que coloca as paletes, vindas da área anterior (*Foil & Wrapping*), no *buffer* de entrada de cada uma dessas linhas.

#### Linha 1

Com o *buffer* de entrada abastecido, o produto é colocado na linha através de um braço robotizado, denominado de alimentador de peças na linha. A primeira intervenção sofrida pela

peça nesta linha é a colocação de orla. A orla é colada e ajustada às laterais da peça numa máquina chamada orladora. Depois da orladora existe um cone virador, que provoca uma rotação de 90° na peça antes de esta seguir para a furadora.

No processo de furação a linha é dividida em dois, com o objetivo de incrementar a velocidade deste processo, existindo um braço robotizado, chamado misturador 1, que de quatro em quatro peças transfere duas para uma linha de furação paralela. Em cada uma destas linhas existem duas furadoras que fazem as furações verticais superiores e inferiores e as furações horizontais. Depois de terem sido furadas, as peças da linha de furação secundária voltam para a linha principal, por intermédio de um braço robotizado, chamado misturador 2. No final do processo de furação, um segundo cone virador provoca uma rotação de 90° na peça.

A última etapa desta linha ocorre numa máquina de corte, onde a peça dupla é dividida em duas peças simples. No final deste processo é efetuado o controlo de qualidade, através de um sistema designado de controlador de qualidade que retira as peças da linha.

No final da linha temos o alimentador de *baseboards*, nas quais vai ser colocado o produto, seguindo depois para o *buffer* de saída da linha 1.

Na Figura 15 está representado o *layout* da linha 1.

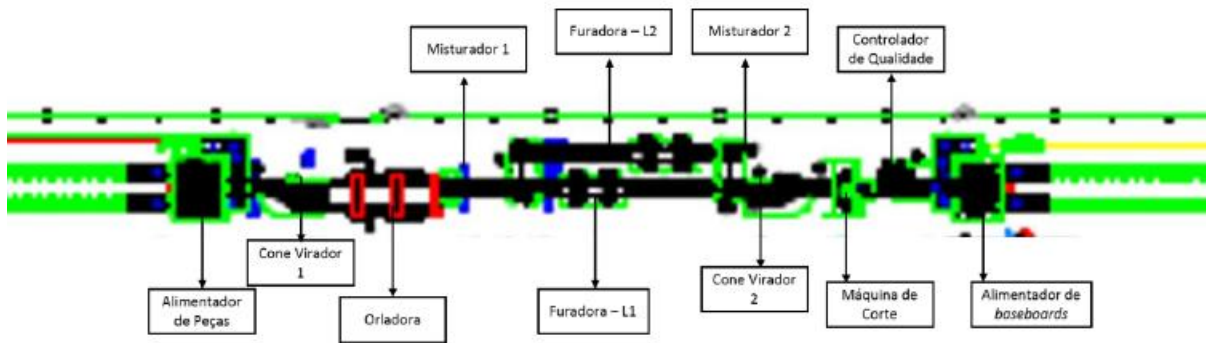


Figura 15 - *Layout* linha 1 da *EdgeBand & Drill* (fonte: (IKEA Industry 2014))

## Linha 2

Na linha 2 existe um alimentador de peças na entrada, que coloca as peças na linha. Antes da entrada na orladora existe um cone virador que roda as peças 90°.

Depois de colocada e ajustada a orla na peça segue-se a furação vertical e horizontal em três as furadoras. No final do processo de furação, existe um segundo cone virador que roda a peça 90°, passando de seguida por uma máquina de corte que divide a peça dupla em duas peças simples.

De forma a ser possível a colocação de orla nas duas laterais originadas na divisão das peças, há uma máquina a seguir à máquina de corte que troca as peças de posição, ficando as duas laterais a ser orladas no exterior do tapete.

No final da segunda orladora da linha há um posto de controlo, onde o operador inspeciona peças sempre que necessário, depois de as retirar da linha com a ajuda de um sistema de recolha de peças.

Tal como na linha 1, existe no final da linha 2 um alimentador de *baseboards* que retira as peças da linha e as coloca em *baseboards* que são enviadas para o *buffer* de saída da linha 2.

Na Figura 16 está representado o *layout* da linha 2.

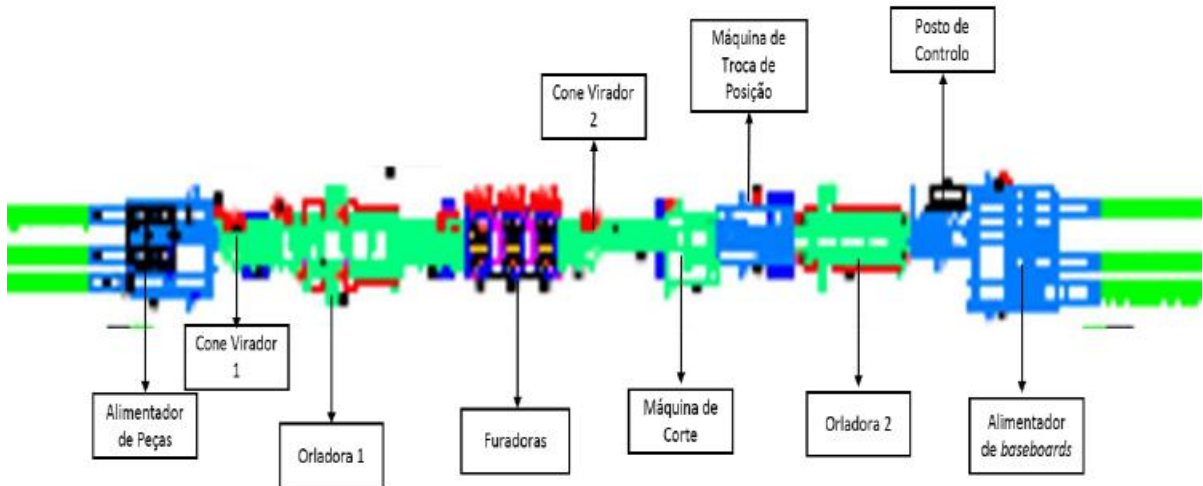


Figura 16 - *Layout* linha 2 da *EdgeBand & Drill* (fonte: (IKEA Industry 2014))

### Linha 3

No início da linha 3 existe, tal como nas linhas anteriores, um alimentador de peças. O primeiro processo sofrido pelas peças é a orlagem das laterais. Saindo da orladora sofrem uma rotação de 90°, pela ação de um cone virador, para serem colocadas orlas nos topos na segunda orladora.

O passo seguinte consiste na passagem pelas três furadoras onde vão ser feitas as furações verticais e horizontais. À saída das furadoras há um segundo cone que volta a rodar as peças 90°.

A seguir ao cone as peças seguem para a máquina de corte onde, antes de serem divididas em duas peças simples, é feito um rasgo em cada uma das peças simples, que vai servir no futuro para colocação do *back panel* do móvel.

Depois de serem divididas em duas peças simples, estas são trocadas de posição através duma máquina de troca. Desta forma, as laterais por orlar vão-se encontrar nas extremidades do tapete, sendo a orla em falta colocada na terceira orladora, que se encontra a seguir a máquina que troca a posição das peças.

A seguir à orladora existe um posto de controlo, onde o operador faz a inspeção das peças que foram retiradas da linha por um mecanismo automático. A última máquina desta linha é o alimentador de *baseboards*, que retira as peças da linha e as coloca em *baseboards* que são enviadas de seguida para o *buffer* de saída da linha 3.

Na Figura 17 está representado o *layout* da linha 3.

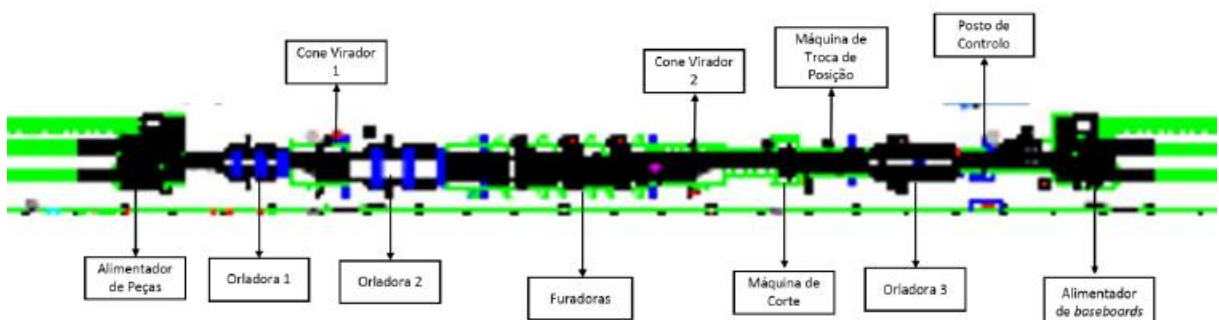


Figura 17- *Layout* linha 3 da *EdgeBand & Drill* (fonte: (IKEA Industry 2014))

Todos os produtos efetuados nas linhas 1,2 e 3 são enviados diretamente para o *Packing* ou para o armazém automático, com exceção dos componentes *bottom* que vão para linha 4 para passarem pelo processo de inserção dos *nuts*.

## Linha 4

As paletes que vão para o *buffer* de entrada da linha 4 são provenientes das linhas 2 e 3, que são as únicas que produzem *bottom*, ou do armazém automático, através de um carro de transporte. Do *buffer* de entrada, as peças são colocadas na linha por um alimentador de peças.

A primeira intervenção nas peças é uma rotação de 90° num cone virador, seguindo depois para uma máquina que as roda 180° sobre um eixo horizontal perpendicular ao fluxo. Depois das duas rotações as peças passam na furadora onde são feitas as furações verticais inferiores, sendo depois novamente rodadas 180° por uma máquina igual à anterior.

A seguir à rotação os furos são preenchidos por *nuts*, que são inseridos por pistolas de ar comprimido. Depois da inserção dos *nuts* existe outro cone virador que roda as peças 90°, colocando-as na posição de entrada na linha.

Por fim, temos um alimentador de *baseboards* que retira as peças da linha para *baseboards* e as envia para o *buffer* de saída da linha 4. Os produtos de saída desta linha seguem diretamente para o *Packing* ou vão para o armazém automático.

Na Figura 18 está representado o *layout* da linha 4.

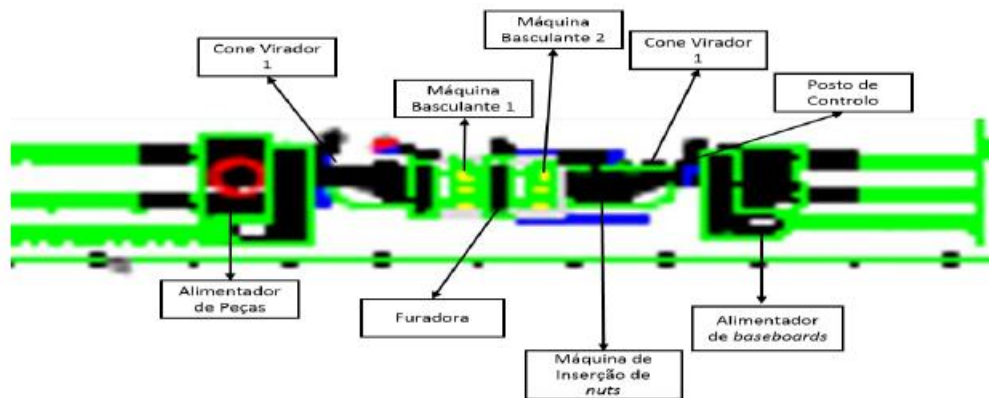


Figura 18- *Layout* linha 1 da *EdgeBand & Drill* (fonte: (IKEA Industry 2014))

O material não conforme, em qualquer ponto das linhas, é retirado, sendo mais tarde verificado e, o que é possível reparar, é separado e considerado sucata.

No Anexo B estão representados os diagramas de processo para as 4 linhas.

### 3.1.2 Controlo periódico e parâmetros do processo

Esta área, para além de ser a última antes do processo de empacotamento, é uma área em que o processo de produção é bastante minucioso, sendo necessário um maior controlo do processo. Nesta área existem quatro tipos de testes: controlo dimensional da peça, controlo da furação, controlo da orla e controlo do estado da peça. A Tabela 2 resume as diversas operações periódicas de controlo existentes na área.

Tabela 2 - Controlos periódicos realizados na *Edge Band & Drill*

<b>Tipo de Teste</b>	<b>Periodicidade</b>	<b>Ações a realizar</b>	<b>Ferramentas necessárias</b>
Controlo dimensional da peça	1 hora	- Analisar comprimento, largura, espessura, paralelismo e esquadria da peça.	- Mesa de medição; - Paquímetro.
Controlo da furação	1 hora	- Verificar diâmetro e a profundidade da furação; - Verificar se existe furação escareada; - Verificar posição da furação em x e em y.	- Mesa de medição; - Paquímetro; - <i>Gabarit</i> ; - Calibre.
	15 minutos	- Verificar presença de furação; - Verificar diâmetro e a profundidade da furação; - Verificar se existe furação escareada.	- Paquímetro; - Calibre.
Controlo da orla	15 minutos	- Verificar a presença de orla; - Verificar o estado da colagem da orla; - Verificar a cor da orla.	
Controlo do estado da peça	15 minutos	- Verificar se existe sujidade ou riscos na superfície e na orla das peças; - Verificar se existem rebarbas ou serrim nos furos da peça.	

Nesta área também é necessário identificar os parâmetros de produção que contribuem para a produção de peças, sendo necessário ajustar esses parâmetros se for detetado algum problema nos testes efetuados.

Existem quatro tipos de parâmetros: parâmetro de orlagem, parâmetro de furação, parâmetro de corte e parâmetros gerais. A Tabela 3 resume todos os parâmetros de produção existentes na área.

Tabela 3 - Parâmetros de produção da *EdgeBand & Drill*

Parâmetros de Orlagem	Parâmetros de Furação	Parâmetros de Corte	Parâmetros Gerais
Temperatura da cola	Posição dos motores de furação verticais inferiores	Posição das serras de corte	Pressão do ar comprimido nos cones viradores
Quantidade de cola aplicada	Posição dos motores de furação verticais superiores	Profundidade de entrada das serras	Velocidade da linha nas zonas de transporte
Posição do grupo de pré-fresagem	Posição dos motores de furação horizontais	Profundidade intermédia das serras	Velocidade de avanço nas máquinas
Posição do grupo de fresagem fina	Profundidade de furação	Profundidade de saída das serras	Espaçamento entre peças
Posição das escovas de limpeza	Tempos de furação		Pressão das ventosas nos alimentadores de <i>baseboards</i>
Comprimento de orla	Ciclo de furação		Pressão das ventosas nos misturadores
Altura da orla			Comprimento da peça
Espessura da orla			Pressão das ventosas na máquina de troca de posição das peças
			Largura da peça
			Espessura da peça

### 3.1.3 Setups no processo

Quando há mudança do produto a produzir é necessário preparar as diferentes unidades da linha. Essa preparação, denominada de *Setup*, pode ser dividida em dois grupos: *setup* de produto e *setup* de orla.

O *setup* de produto é feito sempre que se dá uma alteração do artigo a produzir, sendo necessário ajustar parâmetros nas orladoras, furadoras e máquinas de corte. As restantes unidades são ajustadas automaticamente depois de ter sido lançado o programa relativo ao produto. Para além dos ajustes nos parâmetros das diferentes unidades, também é, quase sempre, necessário alterar a orla a usar e, no caso da linha 3, é necessário a mudança de certas ferramentas.

O *setup* de orla sucede sempre que se mude de produto, mas a cor é a única diferença de um produto para o outro. Neste caso não é necessário qualquer ajuste nas unidades da linha, sendo apenas necessário alterar para a orla correta.

## 3.2 Análise crítica e identificação de problemas

A observação da área de colocação de orla e furação, a análise de documentação existente e a conversa diária com as pessoas que trabalham na área permitiu chegar a um nível de conhecimento em que se tornou possível identificar os vários problemas desta área e fazer uma análise crítica, analisando a cadeia de valor, paragens verificadas e tempos de verificação.

### 3.2.1 Análise ABC

A fábrica *Foil* produz uma variedade de produtos que são apresentados na Tabela 4. De forma a determinar qual o produto com maior relevância, é necessário realizar uma análise ABC relativa à quantidade de produtos produzidos. Na Tabela 4 é possível ver os produtos produzidos na *Foil* e respetivos valores usados na análise ABC. Os valores correspondem às quantidades de vendas previstas para 2014.

Tabela 4 - Análise ABC realizada aos produtos da fábrica FOIL

Descrição produto	Quantidade	% vs Total	%Acumulado	Classe
Bestã 120x40x38 - R14	430.365	22,36%	22,36%	A
STUVA gr 56x45 - S18	270.856	14,07%	36,44%	A
Bestã 120x40x64 - R12	259.691	13,49%	49,93%	A
Bestã 60x40x64 - R13	248.019	12,89%	62,82%	A
Bestã 60x40x192 - R7	231.209	12,01%	74,83%	A
Bestã 60x40x38 - R15	131.650	6,84%	81,68%	B
Bestã 60x40x128 - R11	78.031	4,05%	85,73%	B
STUVA 60x50x192 -S11	47.869	2,49%	88,22%	B
STUVA 60x50x128 - S12	45.432	2,36%	90,58%	B
STUVA gr 56x26 - S17	44.931	2,33%	92,91%	B
STUVA 90x50x50 - S16	42.689	2,22%	95,13%	C
STUVA 60x50x64 - S13	37.577	1,95%	97,08%	C
STUVA 60x30x64 - S3	34.687	1,80%	98,89%	C
Inreda 56x36	21.432	1,11%	100,00%	C
<b>Total</b>	<b>1.924.438</b>			

Usando os dados da Tabela 4 é possível construir a curva ABC, que acaba por ser um gráfico de *pareto*. Esse gráfico está representado na Figura 19.

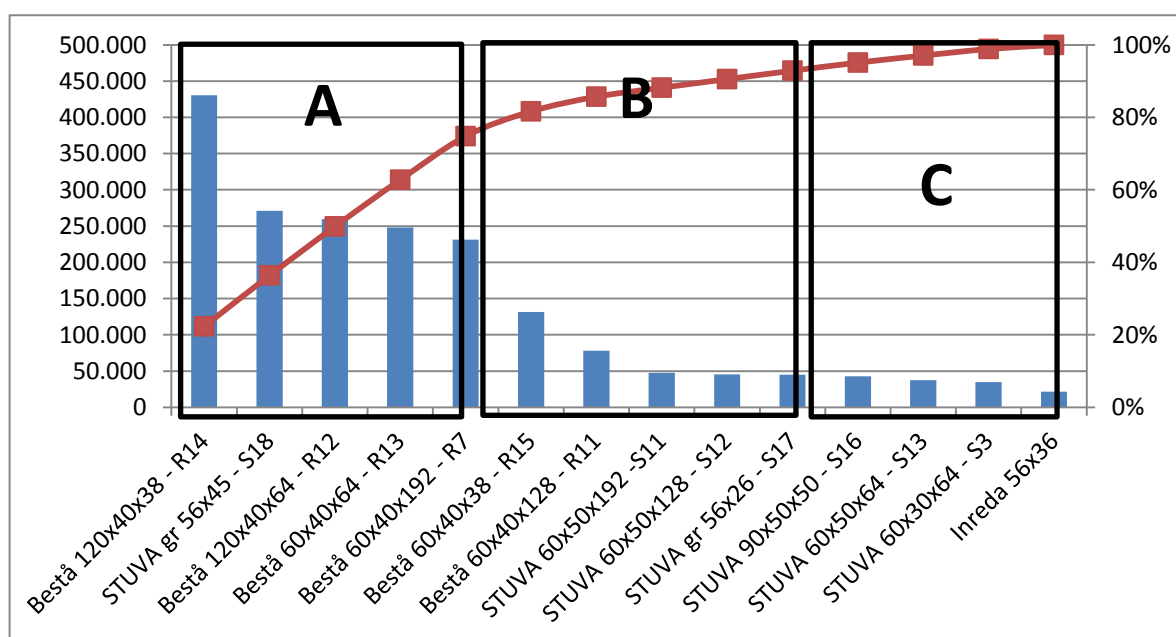


Figura 19 - Curva ABC relativa aos produtos da fábrica FOIL

Os produtos pertencentes à classe A representam, aproximadamente, 75% da produção. Por esta razão, para a elaboração do VSM, foi selecionado o produto Besta 120x40x38-R14, pois é o produto com maior importância nas vendas.

### 3.2.2 VSM para o produto mais produzido - Besta 120x40x38 - R14

O VSM foi uma ferramenta utilizada Para elaborar o mapeamento do fluxo de valor do produto *Besta* 140x40x38-R14, que é o que tem mais impacto de vendas na fábrica da *Foil*, foi desenhado o VSM através da análise do processo produtivo.

O VSM geral, relativo a toda a fábrica *Foil*, está representado no Anexo C, enquanto na Figura 20 é apresentado apenas a parte correspondente à passagem do produto na *EdgeBand & Drill*.

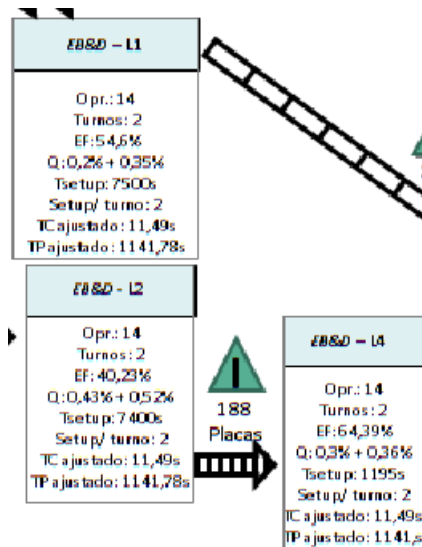


Figura 20 - Extrato do VSM do Anexo 3, referente à área *EdgeBand & Drill*

Este produto é constituído por vários componentes que são produzidos em três das quatro linhas da *EdgeBand & Drill*. Por esta razão, no VSM apenas aparecem as três linhas desta área pelas quais os componentes deste produto passam (linhas 1, 2 e 4). Na Tabela 5 podem ser observados os valores das medidas de desempenho para essas linhas, obtidos pelo VSM.

Tabela 5 - Medidas de desempenho da área *EdgeBand & Drill*

	Linha 1	Linha 2	Linha 4
<b>Eficiência média</b>	54,60 %	40,23 %	64,39 %
<b>Taxa de retrabalho + %sucata</b>	0,35 % + 0,3 %	0,42 % + 0,33 %	0,32 % + 0,3 %
<b>Tempos de preparação</b>	7500 s	7400 s	1195 s

A eficiência é a medida de desempenho mais relevante no processo produtivo, sendo calculada através do produto entre as percentagens de disponibilidade (horas trabalhadas sobre horas previstas de trabalho) e de performance (total de output real sobre total de output previsto). Na Figura 21 está representado um gráfico com os dados da eficiência produtiva relativa ao mês de Setembro de 2014 das várias áreas da fábrica *Foil*.

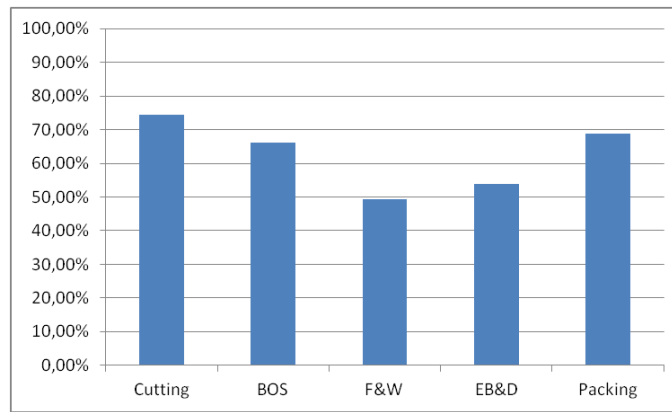


Figura 21 - Gráfico relativo à eficiência das áreas da *Foil* no mês de Setembro de 2014

Analisando o gráfico da Figura 21 e a Tabela 5 é possível concluir que a eficiência da *EdgeBand & Drill* é baixa em relação a outras áreas da fábrica *Foil*, sendo a linha 2 a mais crítica.

### 3.2.3 Eficiência

Um dos problemas da *Edge Band & Drill* é a baixa eficiência em comparação com outras áreas da fábrica *Foil*, que por si só já é uma fábrica com uma eficiência considerada baixa. De forma a identificar as causas usou-se o mesmo diagrama de *Ishikawa* existente na folha de resolução de problemas existente nos quadros das linhas. Na Figura 22 pode ser observado o diagrama de *Ishikawa* realizado.

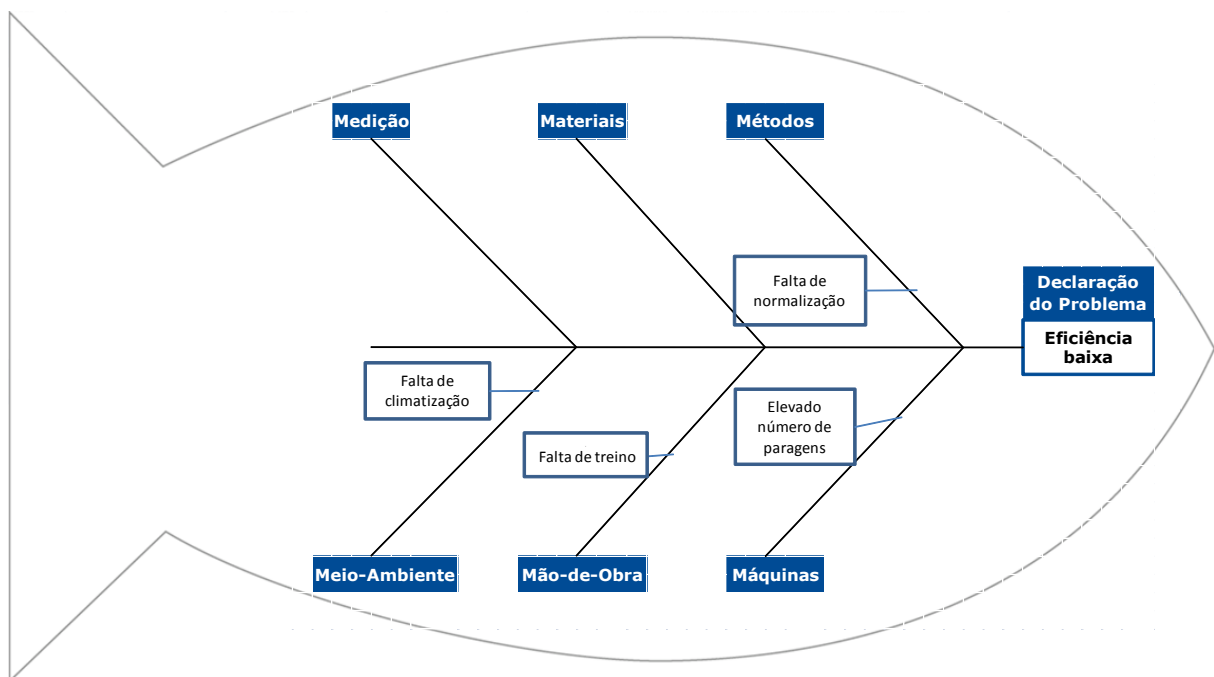


Figura 22 - Diagrama de *Ishikawa*. Identificação das causas para a eficiência baixa.

Pelo diagrama representado na Figura 22 pode ser constatado que as principais razões da área ter uma eficiência baixa são: falta de climatização, falta de normalização, falta de formação e elevado número de paragens.

Não estando definido o procedimento que o operador deve ter na execução de uma tarefa, ou na resolução de um problema, cada operador atua de forma diferente. Para resolver este problema deve ser definido o procedimento *standard*, assim como os parâmetros de funcionamento das máquinas, de forma a todos os operadores executem todas as operações de

forma idêntica. Normalizando processos, parâmetros e resolução de problemas vão ser evitadas algumas paragens e peças não conformes.

Esta área tem uma temperatura muito elevada, acima da média em comparação com outras áreas da fábrica, o que pode criar alguma mal-estar nos operadores, diminuindo a eficiência.

### 3.2.4 Taxa de retrabalho e sucata

Para avaliar a produção, em termos de qualidade, é necessário analisar dois indicadores: a taxa de retrabalho e a taxa de sucata. Como se pode ver no VSM representado no Anexo C a taxa de retrabalho na área *EdgeBand & Drill* é de 0,36 % e a de sucata é 0,339 %.

Dependendo do defeito, muitas peças não conformes podem ser corrigidas. Na Tabela 6 é possível visualizar os diferentes tipos de defeito que criaram a necessidade de retrabalho, e a respetiva quantidade, verificada no mês de Setembro de 2014.

Tabela 6 - Tabela com os defeitos existentes na área no mês de Setembro de 2014

Descrição defeito	Quantidade defeito	%Defeitos	% Acumulado
Orla descolada	1149	44,6	44,6
Orla curta	587	22,8	67,4
Superfície com mossas	231	9,0	76,4
Profundidade incorreta	197	7,7	84,1
Orla mal posicionada (enviesada)	189	7,3	91,4
Escariado em excesso	81	3,1	94,5
Falta de orla	59	2,3	96,8
Falta de furação	22	0,9	97,7
Orla com desbaste	13	0,5	98,2
Orla riscada	13	0,5	98,7
Orla com cola	10	0,4	99,1
Orla ondulada	7	0,3	99,4
Orla danificada/ partida	8	0,3	99,7
Orla comprida ( excesso)	7	0,3	100,0
Furação em excesso	2	0,0	100,0
Orla com mossas	2	0,0	100,0
<b>Total</b>	<b>2577</b>	<b>100,00</b>	
<b>Quantidade produzida</b>		711648	
<b>Quantidade OK</b>		708071	
<b>% Peças Defeituosas</b>		0,36%	

No mês de Setembro de 2014 foram produzidas 711.648 unidades na área *EdgeBand & Drill*, das quais 0,36% tiveram que passar pelo processo de retrabalho.

Com os dados da Tabela 6 foi feito um gráfico de *pareto*, representado na Figura 23, que permite fazer uma análise dos tipos de defeito que criaram a necessidade de retrabalho nas peças. Através desse gráfico podemos observar que, cerca de 70% das vezes, o retrabalho é necessário devido a problemas de orla descolada ou de orla curta.

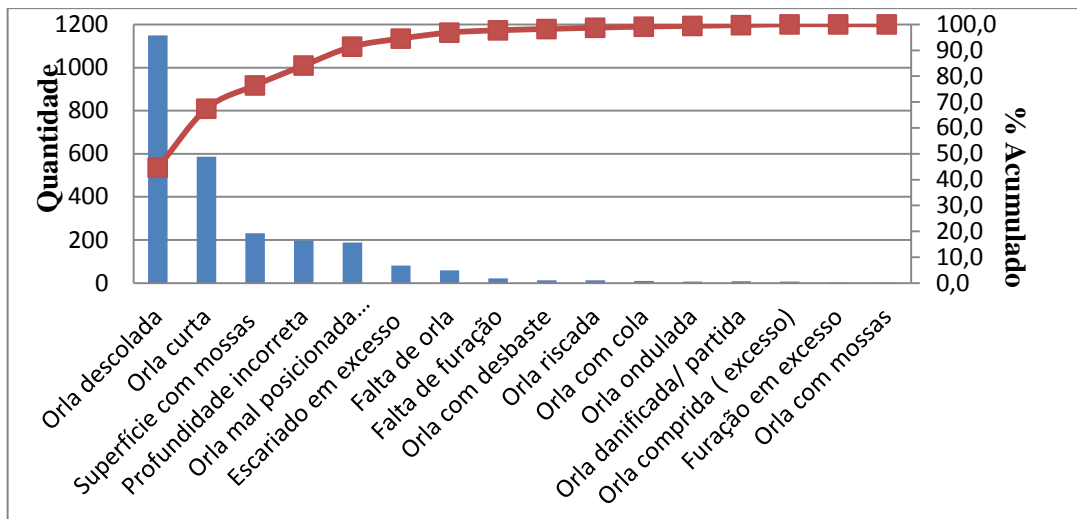


Figura 23 - Gráfico de *pareto* com informação de sucata da área *EdgeBand & Drill* em Setembro de 2014  
 Na Figura 24 estão representados alguns dos defeitos que aparecem na *EdgeBand & Drill*.

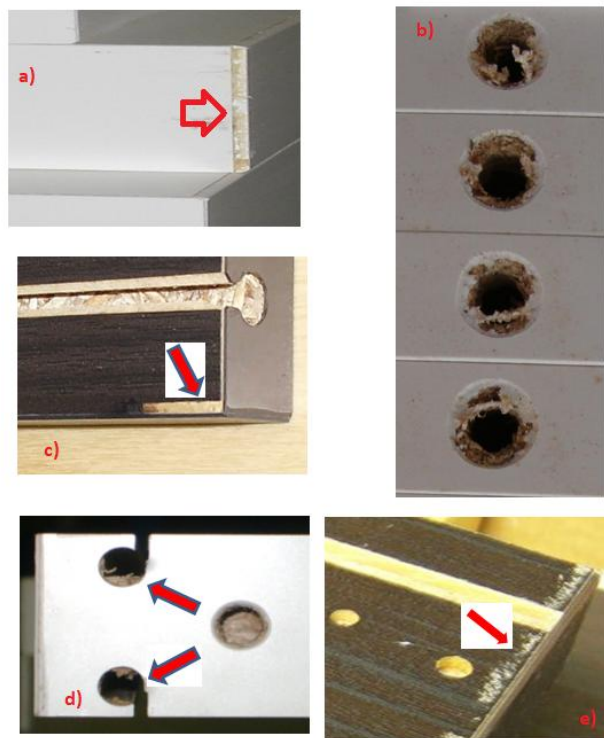


Figura 24 - Fotografias de algumas peças defeituosas: a) orla curta; b) furação com pouco escareado; c) desbaste da pré-fresagem; d) furo não está centrado com o *groove*; e) sujidade de cola.

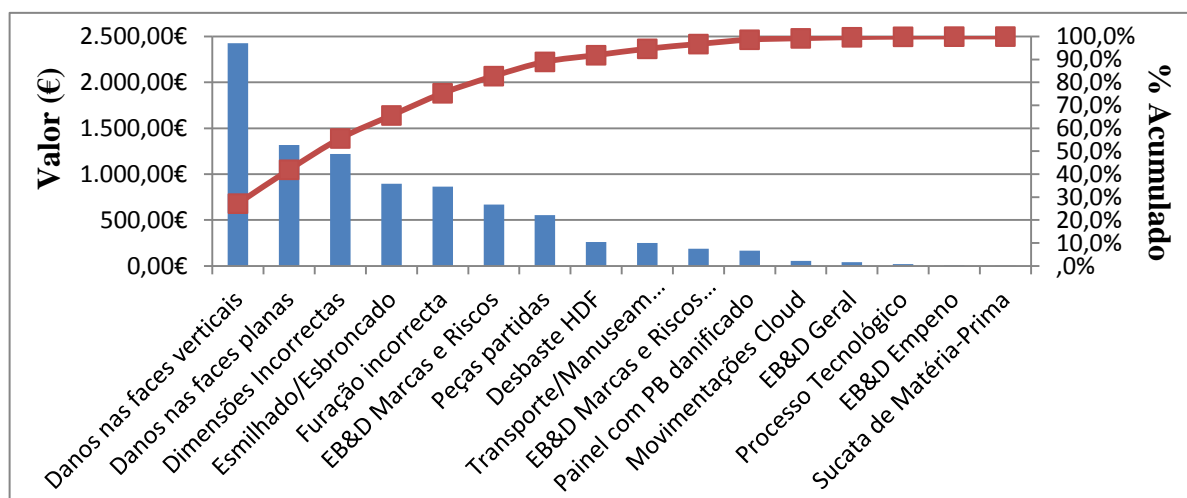
As peças com defeito são analisadas de forma a decidir se podem ser retrabalhadas. As peças que não têm solução possível são consideradas sucata. Na Tabela 7 podem ser vistos os valores de sucata do mês de Setembro de 2014 para os diferentes tipos de defeito.

Em Setembro de 2014 foi produzido um valor total de 2.638.851€, do qual 8.933€ foram considerados sucata, ou seja, 0,339% do total produzido.

Tabela 7 - Dados da sucata na *EdgeBand & Drill* no mês de Setembro de 2014

Descrição defeito	Valor (em €)
Danos nas faces verticais	2427,64
Danos nas faces planas	1318,16
Dimensões incorretas	1219,82
Esmilhado/Esbronzado	895,11
Furação Incorreta	864,21
EB&D Marcas e Riscos	667,26
Peças Partidas	554,78
Desbaste HDF	259,85
Transporte/Manuseamento	249,05
EB&D Marcas e Riscos de Nuts	185,62
Painel com PB danificado	167,71
Movimentações Cloud	54,71
EB&D Geral	42,04
Processo Tecnológico	18,51
EB&D Empeno	6,16
Sucata Matéria-Prima	2,35
<b>Total</b>	<b>8932,98</b>

Com os dados da Tabela 7 foi feito o gráfico de *pareto* representado na Figura 25, onde é possível verificar que há três tipos de defeito que representam cerca de 60% do total da sucata: danos nas faces verticais, danos nas faces planas e dimensões incorretas. Problemas devido a furações também representam uma parte significativa do total de sucata, já que para além da furação incorreta, que representou 864€ de sucata no mês de Setembro de 2014, também o defeito “esmilhado/esbronzado” acontece na maioria das vezes devido a problemas de furação. Estes problemas de furação acontecem frequentemente por falta de normalização dos parâmetros de furação.

Figura 25 - Gráfico de *pareto* com informação da sucata na *EdgeBand & Drill* no mês de Setembro de 2014

### 3.2.5 Tempos de paragens

As razões de paragem da área são várias, mas existem cinco grandes grupos definidos pela empresa:

- *setups*;
- paragem planeada;
- avarias;
- anomalias de funcionamento;
- paragens organizacionais de qualidade.

A diferença entre as paragens por avaria e as paragens por anomalia de funcionamento é que as paragens por avaria, , para além de implicarem a paragem da linha, ocorrem num tempo superior a cinco minutos. Nas avarias é feito um ajuste, substituição ou reparação para que a linha volte ao correto funcionamento. Nas paragens por anomalia de funcionamento a paragem acontece sempre num tempo inferior a cinco minutos e nem sempre as linhas param. Nestas paragens realizam-se apenas pequenos ajustes para que a linha comece a funcionar corretamente.

As paragens planeadas, *setups* e as avarias afetam a disponibilidade, enquanto que as anomalias de funcionamento e as paragens organizacionais de qualidade afetam a *performance*.

Na Tabela 8 podemos verificar os dados correspondentes às paragens ocorridas no mês de Setembro de 2014.

Tabela 8 - Paragem ocorridas na *EdgeBand & Drill* no mês de Setembro de 2014, e respetivos tempos.

Descrição de paragem	Tempo de paragem (h)
Micro paragem	95,5
Turno Incompleto	81,5
Falta Semi-produto p/ produz.	72,1
Setup de Produto	59,8
Refeições	36,2
Manutenção 1º nível	27,8
Reunioes e Sens. Planeadas	19,1
Formação planeada	18,4
Avaria - Techno 1	18,3
Refeições	14,9
Avaria - Homag 1	12,8
Avaria - Stream 2	10,7
Substituição de ferramenta	9,8
Peças tortas	9,0
Avaria - Stream 1	7,3
Avaria - Techno 2	6,6
Avaria - Stream 3	5,9
Falta matéria-prima p/ produz.	5,7
Avaria - Splitter	5,7
Outros	5,4
Avaria - RBO out	4,9
Aspiração	4,1
Software	4,0
Avaria - Weeke	3,3

No gráfico da Figura 26 é possível analisar as paragens que ocorreram no mês de Setembro, podendo ser concluído que a linha esteve maioritariamente parada devido a quatro problemas: micro-paragem, turno incompleto, falta de semi-produto para produzir e *setup* de produto.

Em conjunto estes quatro problemas resultaram em cerca de 60% do tempo de paragem.

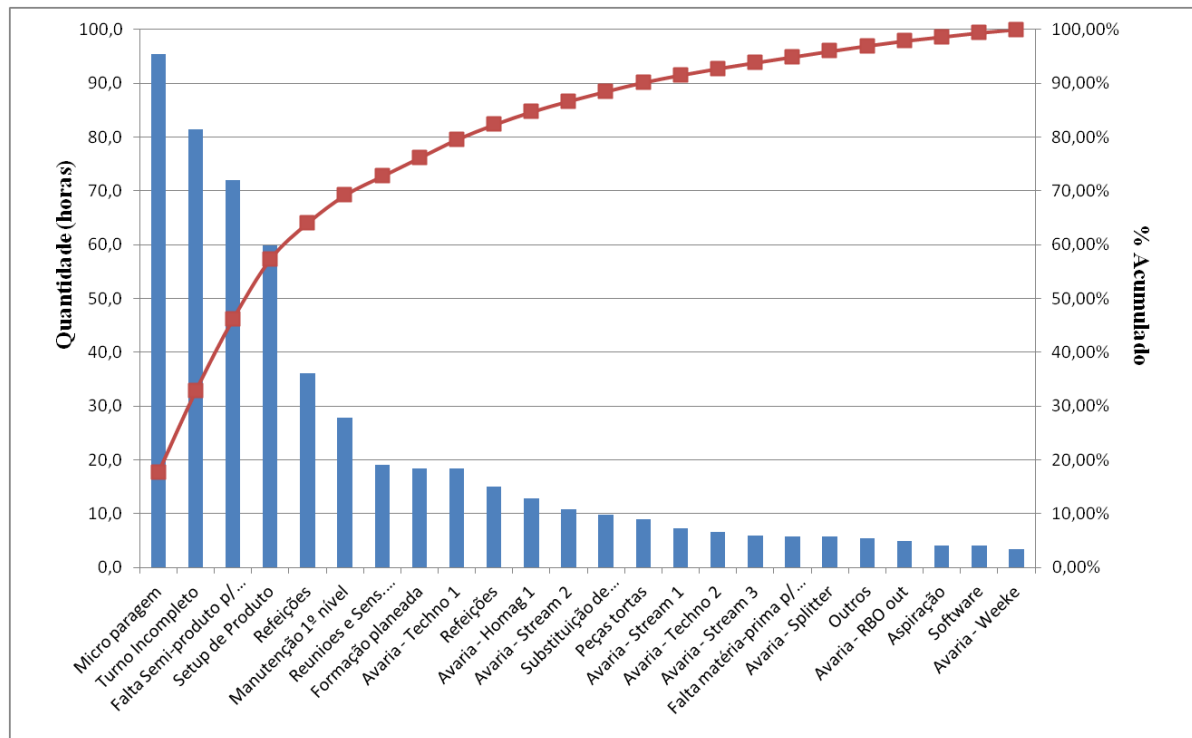


Figura 26 - Gráfico de *pareto* com informação de paragens ocorridas no mês de Setembro de 2014 na *Edge Band & Drill*.

O mês de Setembro de 2014 teve um total de 539 horas em paragens, sendo que o tempo útil era de 1.406 horas, o que dá uma percentagem de 38 % em paragens.

### 3.3 Resumo do problemas encontrados

A Tabela 9 resume os problemas encontrados na área *EdgeBand & Drill*, identificando a categoria a que pertencem segundo a análise 5M1E, que representa as seis categorias de problemas existentes no diagrama de *Ishikawa*.

Tabela 9 - Resumo dos problemas encontrados na *EdgeBand & Drill*

Problema	Categoria	Problema	Consequências
1	<i>Man/Method</i>	Falta de normalização do processo e parâmetros de produção	Eficiência baixa; aumenta taxa de retrabalho; mesmas tarefas feitas de maneira diferente; processo de produção incorreto.
2	<i>Method</i>	Falta de normalização na resolução de problemas	Diferenças de tempos na resolução de problemas iguais; aumento da taxa de retrabalho.
3	<i>Environment</i>	Temperaturas elevadas no local de trabalho	Esgotamento das pessoas; eficiência baixa.
4	<i>Machine</i>	Orla descolada	Aumenta taxa de retrabalho.
5	<i>Machine</i>	Peças com falta de furação	Taxa de retrabalho elevada
6	<i>Method/Machine</i>	Elevado tempo de setup de produto nas furadoras	Elevados tempos de preparação.
7	<i>Method/Machine</i>	Tempos de mudança de ferramenta elevados	Elevados tempos de preparação.
8	<i>Method</i>	Falta de normalização do abastecimento dos bidões de líquidos de limpeza	Falhas de material (líquidos de limpeza), e consequente deterioração do produto.
9	<i>Machine</i>	Furação incorreta	Aumenta a percentagem de sucata

## 4 Propostas de Melhoria

Após identificar os problemas existentes na área *EdgeBand & Drill*, neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria. Na Tabela 10 foi utilizada a técnica de análise 5W2H para identificar todas as propostas, tendo sido cada proposta associada a um ou mais problemas identificados na Tabela 9.

Tabela 10 - Plano de ações de propostas sugeridas segundo análise 5W2H (\* melhorias feitas com recursos existentes na fábrica)

<i>What</i> (o quê?)	<i>Why</i> (Por quê?)	<i>Who</i> (Quem?)	<i>Where</i> (Onde?)	<i>When</i> (Quando?)	<i>How</i> (Como?)	<i>How much</i> (Quanto custa?)
Normalizar processo produtivo	Uniformizar forma como as tarefas são realizadas ( <b>Problema 1</b> )	Tecnologista	<i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Setembro a Janeiro	Entrevistar operadores, decidir o melhor procedimento para a tarefa, criar documentação e formar os operários	0 €*
Normalizar parâmetros relacionados com furadora	Reduzir peças com furação incorreta e uniformizar parâmetros de furação ( <b>Problema 1 e 9</b> )	Tecnologista	Furadoras <i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Setembro a Janeiro	Reunir com especialista e operadores das furadoras para decidir que parâmetros devem ser normalizados e quais os valores	0 €*
Normalizar <i>Setups</i>	Uniformizar forma como as tarefas de <i>setup</i> são realizadas, reduzindo os tempos de <i>Setup</i> ( <b>Problema 6</b> )	Tecnologista	<i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Setembro a Janeiro	Entrevistar operadores, observar <i>setups</i> , decidir o melhor procedimento para a tarefa, criar documentação e formar os operários	0 €*
Normalizar Resoluções de Problemas	Uniformizar forma e dar conhecimento da forma como os problemas são resolvidos ( <b>Problema 2</b> )	Tecnologista	<i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Setembro a Janeiro	Reunião com especialista para identificar problemas para quais é preciso definir uma instrução de resolução	0*
Normalizar inspeções	Uniformizar e otimizar forma como é realizada a inspeção	Tecnologista	Mesas de Inspeção <i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Outubro a Novembro	Reuniões com especialista e formador para decidir que dados são importantes estar no quadro e desenhar protótipo	400 €
Sistema de desvio de peças defeituosas	Diminuir número de peças defeituosas com orla descolada ( <b>Problema 4</b> )	Tecnologista	Linha 2 <i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Outubro a Dezembro	Implementação em parceria com fornecedor externo	25.000 €
Sistema JIT para abastecimento de líquidos de limpeza do produto	Necessidade de reduzir o <i>stock</i> de bidões e de organizar o abastecimento dos bidões ( <b>Problema 8</b> )	Tecnologista	<i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Outubro a Novembro	Reunião com responsável da área F&W para definir quantidades a encomendar e layout do armazém dos líquidos	0 €*
Sensor que deteta falta de furação	Acabar com a falta de furação nas peças ( <b>Problema 5</b> )	Tecnologista	Furadoras Linha 1 <i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Novembro a Dezembro	Implementação em parceria com fornecedor externo	5000 €
Carrinho de apoio aos <i>Setups</i>	Reduzir desperdícios relacionados com o movimento ( <b>Problema 6</b> )	Tecnologista	Linha 1, 2 e 3 <i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Outubro	Carrinho encomendado a fornecedor	300 €
Quadro com planeamento	Reduzir tempos de alteração de ferramenta ( <b>Problema 7</b> )	Tecnologista	Linha 1, 3 e 4 <i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Dezembro	Reunião com formador e especialista para decidir toda a informação que deveria estar no quadro	0 €*
Sensor que deteta duas peças juntas a entrar na furadora	Reduzir sucata devido a furação incorreta ( <b>Problema 9</b> )	Tecnologista	Linha 1 <i>EdgeBand &amp; Drill</i>	Novembro	Implementação em parceria com fornecedor externo	5000 €







 IKEA Industry Paços de Ferreira				<b>IMPRESSOS QUALIDADE</b>		Data Aprovação			
Fábrica		Área	IQ - COMUN	Linha / Posto Trabalho		Elaborado por:		Aprovado por:	
<b>Lição Ponto a Ponto</b>						Data Comunicação		Data Remoção	
Descrição					Ilustração				
Simbolos:	Segurança Ergonomia		Verificar Qualidade		Pensar em		Dicas		Tempo Total

Figura 30 - *Template* da OPL

Depois de serem aprovadas as instruções, é dada formação a um operador que tem o cargo de formador da área, que fica responsável pela formação dos operadores. A formação é constituída por uma parte prática, onde é explicada a instrução no local de trabalho, e uma parte teórica, em que é realizado um teste de avaliação dos conhecimentos adquiridos.

#### 4.1.1 Normalização do processo produtivo

Devido à diferença na execução de determinadas tarefas durante o processo produtivo, por parte dos operadores, procedeu-se à normalização. A normalização do processo produtivo é importante, pois assegura a estabilidade dos processos e a polivalência dos operadores dado que é importante a existência de vários operadores com competência para a realização de cada tarefa.

Para elaborar uma instrução de trabalho, o primeiro passo consistiu na recolha de informação. Para cada instrução foram feitas entrevistas aos operadores que pertencem ao posto a que se refere a instrução. Depois de entrevistados os operadores, com a junção de todas as entrevistas, é possível realizar a instrução. Os procedimentos eram definidos com a informação das entrevistas e opinião do especialista e do formador da área.

Para cada posto de trabalho foi feita uma SOS para as rotinas de execução, fecho e arranque que descrevem o procedimento a seguir nessas rotinas.

Na Figura 31 é apresentado um exemplo de uma SOS elaborada. Essa SOS é uma instrução que tem a informação necessária sobre o procedimento a seguir durante a rotina de arranque, que o operador pode consultar num *dossier* existente no posto de trabalho. Existe um *dossier* para cada rotina num total de sete para cada posto de trabalho.

Ikea Industry Paços de Ferreira		Standard Operating Sheet			DATA APROVAÇÃO			
FÁBRICA: LacquerPrint e Foil		ÁREA: EB&D_Foil	LINHA: 2	POSTO TRABALHO: 3	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO: Todos		INFORMAÇÃO ADICIONAL:	
PROCESSO								ARRANQUE
EB&D_Foil - Arranque do Posto 3 - L2								
IP	WES	Actividade	Repetição	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
1	1150	Ligar Splitter						
2	1151	Ligar Swapper						
Notas:								
<ul style="list-style-type: none"> <li>No arranque de turno, apenas ocorre a passagem de informação</li> <li>No arranque semanal com setup, o programa é lançado no computador PC-52</li> </ul>								
Notas:			Total	0	0	TAKT time:		
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:			Layout:					

Figura 31 - SOS para rotina de arranque dos posto 3 da linha 2

Como podemos ver na Figura 31, nas duas atividades é feita a referência para uma WES, onde vão ser descritas com maior pormenor essas tarefas. Na Figura 32 está representada uma dessas WES. Estas instruções também vão estar anexadas no *dossier* da rotina de arranque no posto de trabalho.

Ikea Industry Paços de Ferreira		Work Element Sheet			DATA APROVAÇÃO			
FÁBRICA: FOIL		ÁREA: EB&D_Foil	LINHA/POSTO TRABALHO: 2B	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO: Todos		INFORMAÇÃO ADICIONAL:		
PROCESSO								ARRANQUE
EB&D_Foil - Ligar Splitter - L2								
Nº	Símbolo	Atividade, O Que?	Pontos chave, Como?	Porquê?	Ilustrações			
1		Ligar alimentação à máquina	Carregar no botão de ligar 24V	Apenas no arranque semanal sem setup				
2		Carregar programa	Carregar no botão	Apenas no arranque semanal sem setup				
3		Avançar com a produção	Carregar no botão verde					
4		Verificar se o programa assumido pela Splitter é o pretendido	Verificar no programa Woodcommander					
5		Verificar se os parâmetros estão de acordo com o pretendido	Verificar no programa Woodcommander	Verificar FP-419				
AJUDAS EHS / CHAVE:			LAYOUT:					

Figura 32 - WES que explica como ligar uma máquina

#### 4.1.2 Normalização dos parâmetros de produção

Numa área como a *EdgeBand & Drill*, onde existe um elevado número de parâmetros que influenciam a produção de peças, é essencial a sua normalização. A variação dos parâmetros pode ser

uma das causas de alguns defeitos desta área, como por exemplo, orla descolada, orla curta ou furação incorreta.

A furação incorreta é um defeito crítico desta área, pois quando verificado não pode retrabalhado, sendo logo considerado sucata. São vários os parâmetros que têm de ser alterados na furadora na mudança de produto a ser produzido e, para não haver erros na furação, é importante existir uma FP para todos esses parâmetros. Na Figura 33 é apresentado um exemplo de uma FP desenvolvida para os parâmetros de furação.

As furadoras da linha 2 possuem batentes que asseguram o correto posicionamento das peças durante a furação. Esse posicionamento é diferente para cada produto, sendo essencial que esses parâmetros estejam bem ajustados, para que a furação seja feita corretamente. O posicionamento desses batentes é ajustado no software das furadoras. Foi feita uma FP com os valores da posição dos batentes que os operadores têm que colocar no software. Na Figura 33 é possível ver essa FP.


FÁBRICA:		Foil		ÁREA:	EB&D_Foil	LINHA/ POSTO TRABALHO:	2/2	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	Data Aprovação	Tempo Total	ELABORADO POR:	APROVADO POR:																																						
<b>PROCESSO</b>				<b>E&amp;D Foil - Posição batentes weekes - L2</b>				colocar o símbolo rotina																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Familia</th> <th rowspan="2">Produto</th> <th colspan="3">Posição batente</th> </tr> <tr> <th>Weeke 1</th> <th>Weeke 2</th> <th>Weeke 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Besta</td> <td>SIDE/PARTITION</td> <td>27</td> <td>198</td> <td>187</td> </tr> <tr> <td>TOP/BOTTOM</td> <td>40</td> <td>198</td> <td>187</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">Stuva</td> <td>TOP11</td> <td>26</td> <td>26</td> <td>187</td> </tr> <tr> <td>TOP12</td> <td>-150</td> <td>166</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>TOP13</td> <td>-70</td> <td>74</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>BOTTOM11</td> <td>40</td> <td>198</td> <td>35,5</td> </tr> <tr> <td>BOTTOM 12</td> <td>-150</td> <td>166</td> <td>35,5</td> </tr> </tbody> </table>													Familia	Produto	Posição batente			Weeke 1	Weeke 2	Weeke 3	Besta	SIDE/PARTITION	27	198	187	TOP/BOTTOM	40	198	187	Stuva	TOP11	26	26	187	TOP12	-150	166	26	TOP13	-70	74	42	BOTTOM11	40	198	35,5	BOTTOM 12	-150	166	35,5
Familia	Produto	Posição batente																																																
		Weeke 1	Weeke 2	Weeke 3																																														
Besta	SIDE/PARTITION	27	198	187																																														
	TOP/BOTTOM	40	198	187																																														
Stuva	TOP11	26	26	187																																														
	TOP12	-150	166	26																																														
	TOP13	-70	74	42																																														
	BOTTOM11	40	198	35,5																																														
	BOTTOM 12	-150	166	35,5																																														
AJUDAS EHS / CHAVE:						LAYOUT:																																												
																																																		

Figura 33 - FP com posições dos batentes da linha 2

#### 4.1.3 Normalização dos Setups

Nesta área quase todos os dias se verificam alterações do produto a produzir, sendo importante que o tempo gasto na alteração do produto (tempo de *setup*) seja o mínimo possível. Para que isso aconteça é essencial a criação de um procedimento *standard*, para ser seguido pelos operadores.

O processo de criação destas instruções foi idêntico ao anteriormente descrito. Na Figura 34 é possível ver uma exemplo de uma instrução de *setup* realizada.

Ikea Industry Paços de Ferreira		Standard Operating Sheet				DATA APROVAÇÃO			
FÁBRICA:		ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:		INFORMAÇÃO ADICIONAL:		
LacquerPrint e Foil		EB&D_Foil	Linha 4	Posto 2					
<b>EB&amp;D F - L4 - Posto 2 - Setup produto</b>								SETUP	
№	WES	Actividade	Repetição	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout	
1		Saber qual a referência a produzir							
2	WES-560	Dar início de setup no Operator		00:00:25					
3		Esvaziar as máquinas		00:01:00					
4		Lançar o programa		00:01:00					
5		Colocação dos cabeços em XX nas furadoras		00:02:00					
6		Colocação dos cabeços em YY nas furadoras		00:02:00			No caso de se produzir Stura (Stura para Besta ou Besta para Stura)		
7		Alinear a posição dos balentes no programa da techno FTT (nut's)		00:05:00					
8		Passar peça		00:01:00			Ter peça ao lado em stock para setup		
9		Furar e colocar nut's		00:00:30					
10		Verificar peça		00:05:00			Paquímetro		
11	WES-788; 795; 796; 797; 799	Se necessário realizar os ajustes		00:02:00					
12		Reparar os passos de 7, 8, 9							
13		Iniciar produção							
14									
Notas:				Total	0:19:55	0	TAKT time:		
A.JUDA S EHS / A.JUDAS CHAVE:				Layout:					

Figura 34 - SOS com procedimento a ter no *setup* de produto do posto 2 da linha 4

#### 4.1.4 Normalização das Inspeções

Durante a produção são efetuadas inspeções de forma a garantir que o produto é entregue ao cliente nas condições especificadas. Normalmente, é feita uma inspeção à saída de uma máquina, de forma a verificar se o processo imposto pelo equipamento ao produto foi feito conforme o previsto.

No último posto de todas as linhas é feita uma inspeção mais rigorosa, onde se verifica se todo processo foi bem sucedido. Para a realização desta inspeção há uma mesa à saída da linha, com todo o material necessário à inspeção.

Com o objetivo de uniformizar estas inspeções que, por serem detalhadas, são demoradas, foi desenvolvido um quadro contendo a informação necessária à inspeção, para o operador ser rápido e eficaz na sua tarefa.

Neste quadro existe uma secção com amostras de todos os defeitos gerados na linha e aos quais o operador deve estar atento, existindo outra secção com as instruções importantes na inspeção. Por fim, há uma terceira secção onde estão todas as reclamações do cliente (interno e externo) e onde pode estar ainda uma amostra de um defeito que esteja na base das reclamações. No quadro existe também uma prateleira para serem colocados os instrumentos de inspeção como, por exemplo, o paquímetro.

Para normalizar a inspeção em toda a fábrica, e não apenas nesta área, irão ser colocados quadros semelhantes em outras áreas da fábrica, procedimento que será estendido as outras fábricas da *Ikea Industry Portugal*. O quadro desenvolvido para uma mesa de inspeção na *EdgeBand & Drill* pode ser visualizado na Figura 35.



Figura 35 - Quadro de inspeção

Para tomar conhecimento das medidas cotas a controlar nos produtos o operador necessita dos desenhos técnicos respetivos, que antes eram colocados, de forma desorganizada, em cima da mesa de inspeção.

Com o objetivo de criar uma melhor organização e melhores condições para uma inspeção rápida e eficaz, foi colocado na mesa de inspeção um suporte de armazenamento para os desenhos, onde estão divididos por produto. Cada divisória está identificada com uma cor, tendo ao lado um cartão onde identifica a cor a que cada produto corresponde. O suporte de armazenamento colocado nas mesas de inspeção está representado na Figura 36.



Figura 36 - Suporte de armazenamento dos desenhos técnicos

#### 4.1.5 Normalização de Resoluções de Problemas

Nesta área são diversos os problemas que podem acontecer durante a produção, sendo necessário definir um procedimento para quando esses problemas acontecem, ou então, despoletar um aviso para

que um certo problema não se verifique. Para ultrapassar esse problema foram desenvolvidas OPL, estando um exemplo de instrução representado na Figura 37.



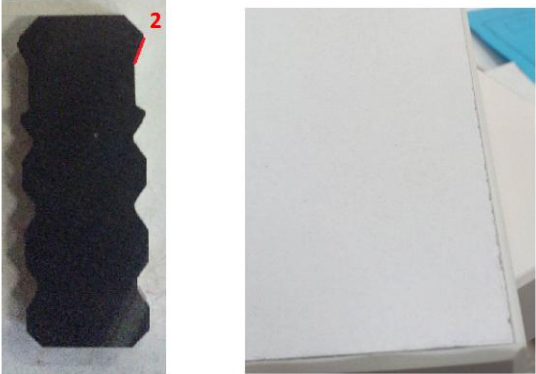




 IKEA Industry Paços de Ferreira					 One Point Lesson		Data Aprovação			
Fábrica	Foil	Área	EB&D_Foil	Linha / Posto Trabalho	3 / (1 e 4)	Elaborado por:		Aprovado por:		
<b>Picotado na Hemnes - L3</b>						Data Comunicação		Data Remoção		
<b>Descrição</b>					<b>Ilustração</b>					
<p><b>Causas:</b> 1- Rolo de cola + Rolos Pressão. 2- Cunhas ( mau acabamento).</p> <p><b>Resolução:</b></p> <p>1- Verificar inclinação rolo da cola na peça e excesso de pressão no rolo da cola e nos rolos de pressão.</p> <p>2- Verificar posição de trabalho da cunha. Peça não pode tocar na aresta marcada a vermelho na figura.</p>										
Simbolos:		Segurança Ergonomia	Verificar Qualidade	Pensar em	Dicas	Tempo Total				
										

Figura 37 - OPL devido à verificação de picotado na *Hemnes* na linha 3

Esta OPL foi realizada por haver várias peças do produto *Hemnes* consideradas sucata devido a um problema de picotado nas esquinas. Na OPL podem ser vistas causas e as resoluções para cada causa.

#### 4.2 Sensor de deteção de peças juntas a entrar na furadora

A furação é uma operação crítica nesta área, pois se for feita incorretamente o produto é considerado sucata, porque não existe retrabalho que resolva este problema. Neste sentido é importante evitar ao máximo a furação incorreta, que é um dos defeitos que mais origina sucata, como foi verificado no início do projeto.

Frequentemente duas ou mais peças dão entrada no processo de furação juntas, o que vai fazer com que as furadoras as trabalhem como se fosse uma só peça e furar incorretamente. Para que isso não aconteça, foi proposto colocar um sensor à entrada das furadoras, que detete a existência de peças juntas.

A solução proposta foi aceite, tendo sido implementada na linha 1. O sistema consiste em um sensor que conta o tempo de passagem das peças e, for superior ou inferior a um valor pré-definido, a linha pára, significando que estão a entrar na furadora peças juntas ou peças de um produto que não é o suposto. Quando a linha pára, o operador vai ao local e dá um espaçamento entre as peças.

### 4.3 Sistema de desvio de possíveis peças não conformes

A orla descolada é o defeito de produção que mais vezes acontece na *EdgeBand & Drill*, na grande maioria das vezes devido à sujidade existente no rolo da cola. Esta sujidade normalmente acontece devido à presença de serrim na zona do *honeycomb* do produto.

Em Setembro de 2014 foi implementada na linha 2 uma unidade que limpa o *honeycomb* antes do produto passar pelo rolo da cola, tendo sido reduzido o número de peças defeituosas com orla descolada. Apesar desta medida este defeito continua a ser frequente.

De modo a minimizar o aparecimento deste defeito foi pensada uma solução que reduzisse a sujidade no rolo da cola, tendo sido proposta a automatização da limpeza do rolo da cola. Esta operação consistia em implementar um sistema que captasse a sujidade no rolo da cola e, em presença de sujidade; uma ferramenta tipo espátula avançasse, para fazer a limpeza, e depois recuasse.

A solução proposta foi aceite tendo sido implementada no local uma câmara apontada ao rolo de cola que, quando deteta a existência de sujidade no rolo da cola na parte onde passa o HDF, dá ordem à ferramenta de limpeza para avançar.

Na Figura 38a) pode ser observada uma imagem do rolo da cola no *software* deste sistema. O quadrado verde representa a zona onde o material passa no rolo e, dentro desse quadrado verde existem duas linhas azuis. A zona no interior dessas linhas representa o *honeycomb* e a zona exterior são as duas placas de HDF. Quando a câmara deteta sujidade no rolo aparece uma risca branca no *software* que só é tida em conta se a risca aparecer na zona das placas de HDF, que é a zona onde a orla tem de colar. Por vezes esta ferramenta não é suficiente, por isso o operador tem que se deslocar e realizar uma operação manual com uma ferramenta própria fazer a limpeza do rolo da cola.

Para o operador saber quando tem que ir limpar o rolo, foi colocado avisador luminoso no local, que acende quando a câmara deteta sujidade. Caso a ferramenta de limpeza automática resolva o problema o avisador apaga. Se continuar aceso o operador tem que limpar o rolo.

A Figura 38 tem uma fotografia da câmara que aponta para o rolo e outra dos avisadores luminosos. Para esta operação foi criada uma instrução de limpeza do rolo da cola que se pode consultar no Anexo D.

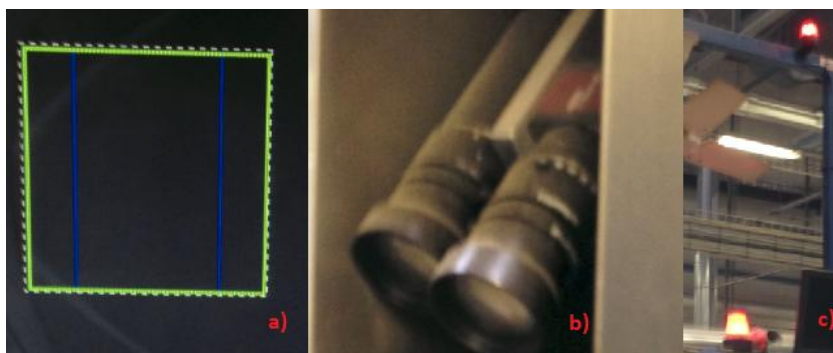


Figura 38 - Sistema de deteção de sujidade no rolo da cola: a)visualização do rolo da cola no software; b)câmaras de deteção de sujidade; c)pirilampos de aviso.

Com a implementação deste sistema surgiu a ideia de adicionar a este sistema um mecanismo de desvio de peças que possivelmente podem ter a orla descolada. A sugestão proposta foi que, quando a sujidade fosse detetada pela câmara, houvesse algo que marcasse automaticamente o produto que passa no rolo durante a existência dessa sujidade. Para este fim foi utilizada uma impressora de tinta já existente nas instalações da fábrica para fazer a marcação das peças. Na Figura 39 é possível ver duas fotografias da impressora instalada.



Figura 39 - Impressora do sistema de desvio de peças

No final da linha foi colocada outra câmara que deteta a impressão e, caso exista a impressão, aciona o mecanismo de desvio do produto para a mesa de inspeção.

#### **4.4 Sistema fluxo puxado de reposição de stock de líquidos de limpeza do produto**

Nas orladoras é usado um líquido, que é disparado sob a forma de *spray*, de forma a eliminar excessos de cola e poeiras da zona onde é aplicada a orla na peça. Adicionalmente, com relativa frequência, é usado um outro líquido de limpeza geral das peças.

O consumo médio por máquina/turno do primeiro líquido, que, por razões de confidencialidade, neste projeto, é designado por DL, é de 2 l, estando já implementado na área um sistema de abastecimento com garrafas de 2 l por turno.

Relativamente ao líquido de limpeza geral, designado por RM, usado apenas em alguns casos e manualmente, é abastecido em garrafas de 1 l sempre que é necessário.

Ambos os líquidos são abastecidos pelo fornecedor em bidões de 200 litros. Os dois líquidos têm fornecedores diferentes, com localizações diferentes e *lead times* de entrega diferentes, para além de quantidades mínimas por encomenda e diferentes prazos para requisição de material. Para ambos os líquidos estavam apenas definidos *stocks* mínimos para desencadear o pedido de reposição dos líquidos, não estando definidas quantidades.

Uma vez que os líquidos são inflamáveis estes bidões são armazenados numa sala isolada em conjunto com outros líquidos, cujo método de abastecimento também foi alvo de alteração. Por questões físicas e de segurança é de evitar a acumulação de bidões na sala onde os líquidos estão armazenados.

Partindo destes pressupostos foi iniciada a análise dos consumos de cada um dos líquidos, os *lead times* de entrega dos fornecedores e a área disponível para armazenamento, com vista a redefinir os *stocks* mínimos e definir quantidades de entrega para cada líquido.

O Anexo E contém as tabelas com os valores usados nos cálculos, podendo ser constatado que em cada 15 dias é feita a reposição dos líquidos no armazém, tendo sido nesse período de reposição que se basearam os cálculos. Este sistema foi implementado em conjunto com a área F&W, que para além do DV usa o RN que não aparece na EB&D. Na Figura 40 está representado o *layout* do armazém, em que cada quadrado verde ou vermelho representa um bidão. O abastecimento às linhas é feito começando do lado dos quadrados verdes.

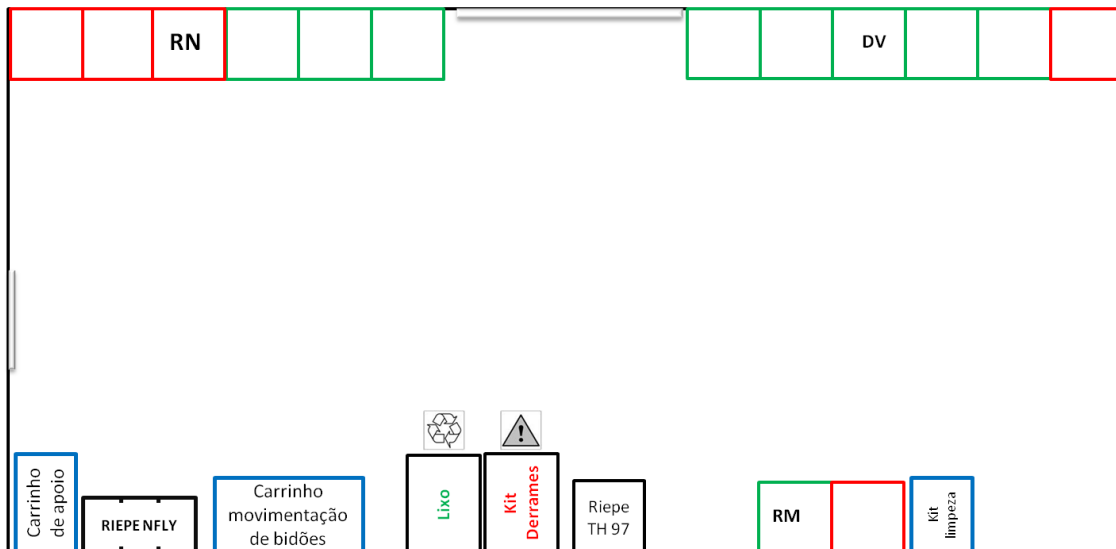


Figura 40 - *Layout* do armazém de líquidos inflamáveis

Por fim, foi normalizado o sistema, tendo por base os modelos usados pela empresa, e foram criadas ajudas visuais de modo a facilitar o uso e reconhecimento de necessidade. Na Figura 41 pode ser visualizado um cartão que é colocado em cima do bidão do primeiro quadrado vermelho, significando que o *stock* mínimo foi atingido. No Anexo F pode ser consultada a instrução elaborada para o abastecimento dos bidões.



Figura 41- Cartão de aviso de *stock* mínimo atingido

#### 4.5 Carro de apoio ao setup

Com a observação de movimentos durante o *setup* foi possível verificar que existia na área um grande desperdício neste aspeto. Nesta área existe um armário com todas as ferramentas necessárias para a realização de *setups* e, durante os *setups*, o operador desloca-se da máquina ao armário várias vezes para ir buscar ou pousar algo, o que o faz perder bastante tempo.

De forma a reduzir estas movimentações durante o *setup*, foi procurada uma solução no sentido de encurtar os tempos de *setups*.

A solução proposta para este problema consistiu na colocação de uma carro junto do armário das ferramentas onde o operador, antes de começar o *setup*, coloca todo o material para a sua realização. Esse carro pode ser movimentado pelo operador para qualquer local da linha, evitando a necessidade constante de ir ao armário das ferramentas.

Esta solução foi implementada, podendo ser visualizada na Figura 42.



Figura 42 - Carrinho de apoio a *Setups*

#### **4.6 Quadro com planeamento das alterações de ferramenta**

Numa área técnica como a *EdgeBand & Drill* muitas vezes é necessário fazer alterações de ferramentas. A troca de ferramentas é uma das causas que obriga a linha a estar parada, não podendo ser evitada. Contudo, o tempo despendido pode ser reduzido.

Quanto melhor planeadas forem estas alterações, menos afetada vai ser a produção. No início do projeto apenas a linha 2 tinha um quadro com o plano das alterações de ferramenta. Com este quadro o operador responsável pela produção da linha, podia planejar o seu trabalho de forma a que uma alteração de ferramenta fosse necessária numa altura crítica de produção.

Como as restantes linhas não tinham esse plano e havia uma necessidade de reduzir os tempos de alteração de ferramenta, foi feito o quadro com o planeamento para as restantes linhas. O planeamento da alteração de ferramentas é feito de acordo com o tempo de vida definido pelo fornecedor. Para além das alterações de ferramentas, foram incluídas também no quadro as tarefas de manutenção da linha e outras tarefas de controlo do processo, informação que o quadro da linha 2 não tinha e que também pode ser útil para o operador responsável de linha. Toda a informação necessária para a realização destes quadros foi obtida numa reunião com o especialista da área.

No Anexo G é possível analisar o extrato de um dos planos feitos para as linhas.

#### **4.7 Sensor que deteta a falta de furação**

A furação é um processo essencial nesta área, e a falta dela é um dos defeitos verificados no início do projeto. A falta de furação não é tão crítico como a furação incorreta, pois pode ser corrigido com o retrabalho, mas é um dos defeitos mais verificados nesta área.

Na maioria das vezes a falta de furação deriva de uma falha de máquina, estando instalado um sistema para combater a falta de furação na saída das furadoras da linha 2. Este sistema tem sensores em cima e em baixo da peça e deteta se foram feitos os furos pretendidos. Com o sistema já implementado só é possível detetar os furos para um produto.

Com a necessidade de detetar a falta de furação em todos os produtos, foi procurada uma solução que detete a falta de furação para qualquer produto. A solução consistiu em colocar sensores apontados para as furadoras que detetem se a máquina desceu para fazer a furação. Como este sistema aponta diretamente para a máquina e não para a peça, é mais fácil de ser aplicado na produção de qualquer produto.

A solução proposta foi aceite e já foi implementada na linha 1.

#### 4.8 Análise do impacto na evolução dos indicadores de produção

No presente capítulo foram descritas as várias melhorias implementadas. Neste sub-capítulo serão apresentados os impactos respetivos nos indicadores da produção, devendo, no entanto, ser referido que o mês de dezembro é atípico, devido à paragem da fábrica durante o período de Natal, e o mês de Janeiro só foi contabilizado até dia 15, data de conclusão do projeto.

Como se pode ver no gráfico representado na Figura 43 houve uma melhoria na eficiência ao longo dos meses, tendo contribuído para isso todas as melhorias implementadas na área.

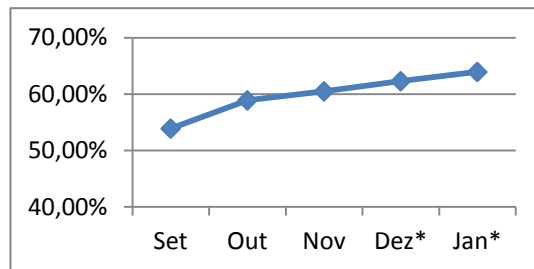


Figura 43 - Evolução da eficiência ao longo do projeto

Observando o gráfico da Figura 44 é possível concluir que a disponibilidade aumentou, tendo contribuído a redução dos tempos de *setup*, que em Setembro de 2014 representaram 59,8 horas de paragem e durante o mês de Dezembro até 15 de Janeiro representaram apenas 53,7 horas de paragem. A redução a estes tempos de *setup* aconteceu, em parte, devido à normalização dos *setups* e da colocação do carro de apoio nas linhas.

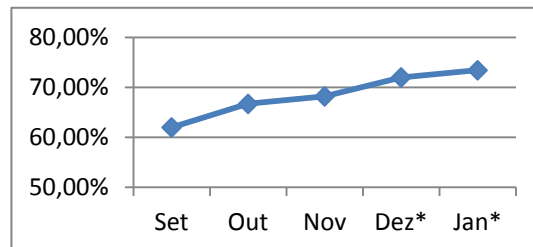


Figura 44 - Evolução da percentagem de disponibilidade da área durante o projeto

No que diz respeito à percentagem de peças com defeito também se verificaram melhorias. Como pode ser constatado no gráfico da Figura 45 o valor diminuiu em relação ao primeiro mês do projeto. Para isto contribuiu à redução de percentagem de peças com orla descolada, que em Setembro era 0,16% e em Janeiro (até dia 15) é 0,11%.

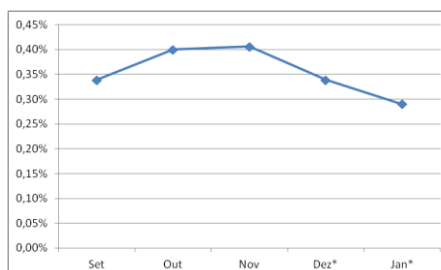


Figura 45 - Evolução da taxa de retrabalho durante o projeto

Em relação à percentagem de sucata também houve uma melhoria como se pode ver no gráfico da Figura 46, principalmente com a redução de furação incorreta graças ao sistema de deteção de duas

peças juntas na entrada da furadora. Durante o mês de Janeiro a sucata devido a furação incorreta foi pouco mais de 200 €, enquanto no mês de Setembro tinha sido mais de 800 €.

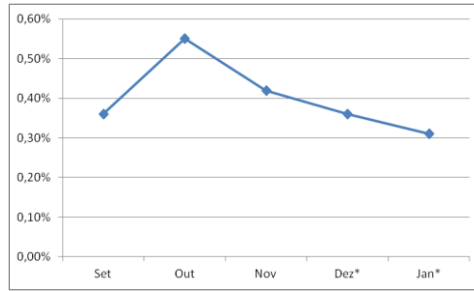


Figura 46 - Evolução da taxa de sucata durante o projeto

## 5 Conclusões e Perspetivas de Trabalho Futuro

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho realizado e sugeridos alguns pontos a serem desenvolvidos num trabalho futuro.

### 5.1 Conclusões

Concluído o projeto da dissertação, é possível afirmar que os resultados obtidos foram bons, pois houve uma melhoria de todos os indicadores na *EdgeBand & Drill*.

Numa fase inicial foi feita uma análise dos indicadores da área recorrendo ao VSM. Foi possível concluir que era uma área com baixa produtividade em relação à maioria das outras áreas da fábrica *Foil*. A Setembro de 2014, data do início do projeto, esta área tinha uma eficiência de 53,9%.

Depois de se ter feito uma descrição detalhada do processo da área, foi feito um estudo aprofundado da situação inicial. Esse estudo permitiu identificar os vários problemas que afetavam a eficiência, tais como falta de normalização, tanto do processo produtivo, como de parâmetros e resolução de problemas. Outra causa da baixa eficiência eram os elevados tempos de paragem, assim como a grande quantidade de peças que necessitavam de retrabalho devido a orlas descoladas. A furação incorreta também constituía um problema, pois quase todos os dias surgia um caso de furação incorreta, que era logo considerado sucata.

Após identificar os problemas da área, foi elaborado um plano de ações a implementar, com recurso a algumas das ferramentas *Lean* descritas no capítulo 2. O *standard work* foi a ferramenta com maior peso, tendo estado presente ao longo de todo projeto, tendo a sua aplicação resultado numa redução dos tempos de paragem e da taxa de defeitos, e ainda contribuído para manter a existência de polivalência por parte dos operadores da área.

O sistema de desvio de peças não conformes juntamente com o sistema de deteção de sujidade no rolo da cola contribuíram para uma redução significativa do número de peças com orla descolada.

O sensor de deteção de furação praticamente anulou peças com falta de furação na linha 1, assim como resultou numa diminuição do número de peças com furação incorreta, o que significa menos sucata.

O carro de apoio ao *setup* foi uma das melhorias mais simples implementadas, mas também uma das que teve um impacto mais positivo na área, reduzindo significativamente as movimentações durante os *setups*.

A nova organização do armazém de líquidos de limpeza do produto teve um impacto positivo na produção de peças conformes, pois antes muitas vezes havia ruturas de stock, tendo também contribuído para uma melhor organização da fábrica.

O planeamento das tarefas importantes para manter o processo controlado só foi implementado em Janeiro, mas é esperada uma redução tanto de tempos de alteração de ferramentas, como de tempos de manutenção.

O quadro de inspeção foi uma melhoria importante para reduzir o número de reclamações de clientes.

No final do projeto a área *EdgeBand & Drill* possui operadores mais competentes que contribuíram para um aumento da eficiência de, aproximadamente, 10%. A redução dos tempos de paragem, taxa de sucata e de retrabalho foram refletidos com este aumento.

## **5.2 Trabalhos Futuros**

Para que todo o trabalho feito na implementação destas melhorias não tenha sido em vão, é importante que o formador dê seguimento na instrução dos operadores, contribuindo para uma área com processo produtivo normalizado e com operadores polivalentes. O *standard work* tem que ser um projeto em constante melhoria. O que hoje é o procedimento correto, amanhã pode já não ser. Futuramente é importante cronometrar todas as atividades, permitindo assim o balanceamento das linhas.

Os sensores de deteção de furação e deteção de peças juntas colocados nas furadoras da linha 1, tiveram bons resultados e devem ser implementados nas restantes linhas logo que existam disponibilidades financeiras.

O sistema de desvio de peças defeituosas e de deteção de sujidade no rolo da cola implementado na linha 2 também tem tido resultados interessantes e o próximo passo deve ser a sua implementação na linha 3.

O planeamento para as tarefas de controlo do processo foi feito para a linha 1, 2 e 3, sendo necessário estendê-lo à linha 4.

Não foi tomada nenhuma medida para combater as altas temperaturas da área. Inicialmente foi discutida a implementação de um sistema de ventilação mais eficaz, mas essa proposta foi recusada por não ser economicamente viável. Futuramente deve ser pensada uma solução para este problema que afeta negativamente o desempenho dos operadores.

## Referências

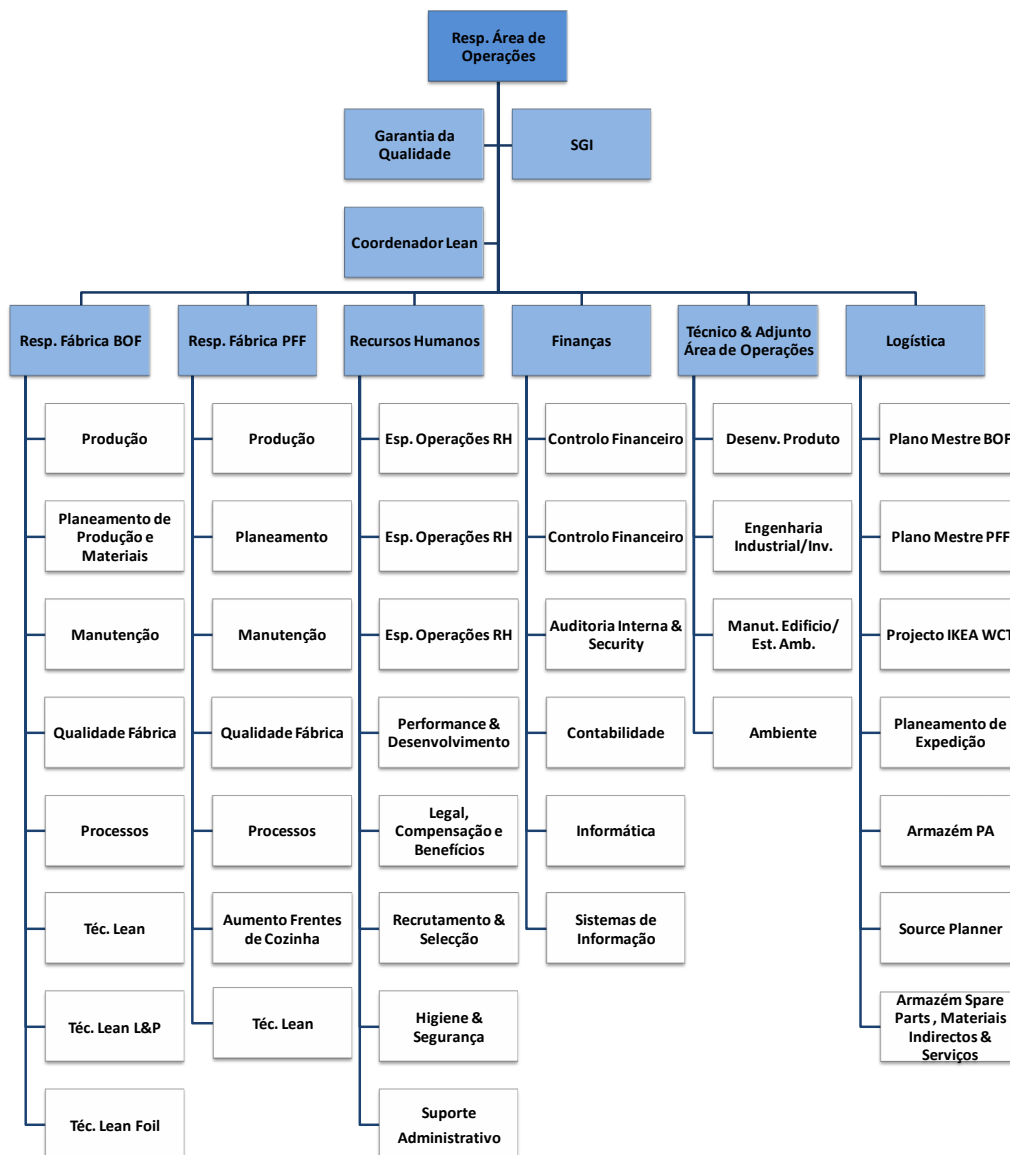
- Ohno, Taiichi. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity press, 1988.
- Abdulmalek, F. A. and J. Rajgopal (2007). "Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study." International Journal of Production Economics **107**(1): 223-236.
- Alvarez, R. d. R. and J. A. V. Antunes Jr (2001). "Takt-time: concepts and context in Toyota Production System." Gestão & Produção **8**(1): 1-18.
- Coimbra, E. A. (2009). Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains, Kaizen Institute.
- Courtois, A., C. Martin-Bonnefois, M. Pillet, H. Costa and Ad-Verbum (1997). Gestão da produção.
- Dennis, P. (2007). Lean Production simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production system, Productivity Press.
- Ferreira (2010). "Notas de apoio às aulas de Logística." **Universidade de Aveiro**.
- Imai, M. (1994). Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo, IMAM.
- Imai, M. (1997). "Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach To Management Author: Masaaki Imai, Publisher: McGraw-Hill Pages: 354 Publ."
- Jacobs, F. R. and R. B. Chase (2013). Operations and Supply Chain Management, McGraw-Hill Education.
- Jones, D. T., D. Roos and J. P. Womack (1990). Machine that Changed the World, Simon and Schuster.
- Liker, J. K. (2005). The toyota way, Esensi.
- Lopes, S. (2012). "Aplicação de *Standard Work* e de outras ferramentas de *Lean Production* numa empresa de elevadores."
- Monden, Y. (1984). "Sistema Toyota de produção." São Paulo: IMAM: 141.
- Nogueira, A. (2007). "Classificação ABC para Melhor Gestão do Estoque."
- Ohno, T. (1988). Toyota production system: beyond large-scale production, Productivity press.
- Pinto (2011). Aplicação de princípios Lean Thinking numa empresa do sector automóvel, Universidade de Aveiro.
- Rother, M. and J. Shook (2003). Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda, Lean Enterprise Institute.
- Sabino, C. d. V. S., R. M. Júnior, G. S. Sabino, W. Lobato and F. C. Amaral (2009). "O uso do diagrama de Ishikawa como ferramenta no ensino de ecologia no ensino médio Use of Ishikawa's diagram as an activity of construction and assessment of ecology teaching." Educação & Tecnologia.

Shingo, S. (1986). Zero quality control: Source inspection and the poka-yoke system, Productivity Press.

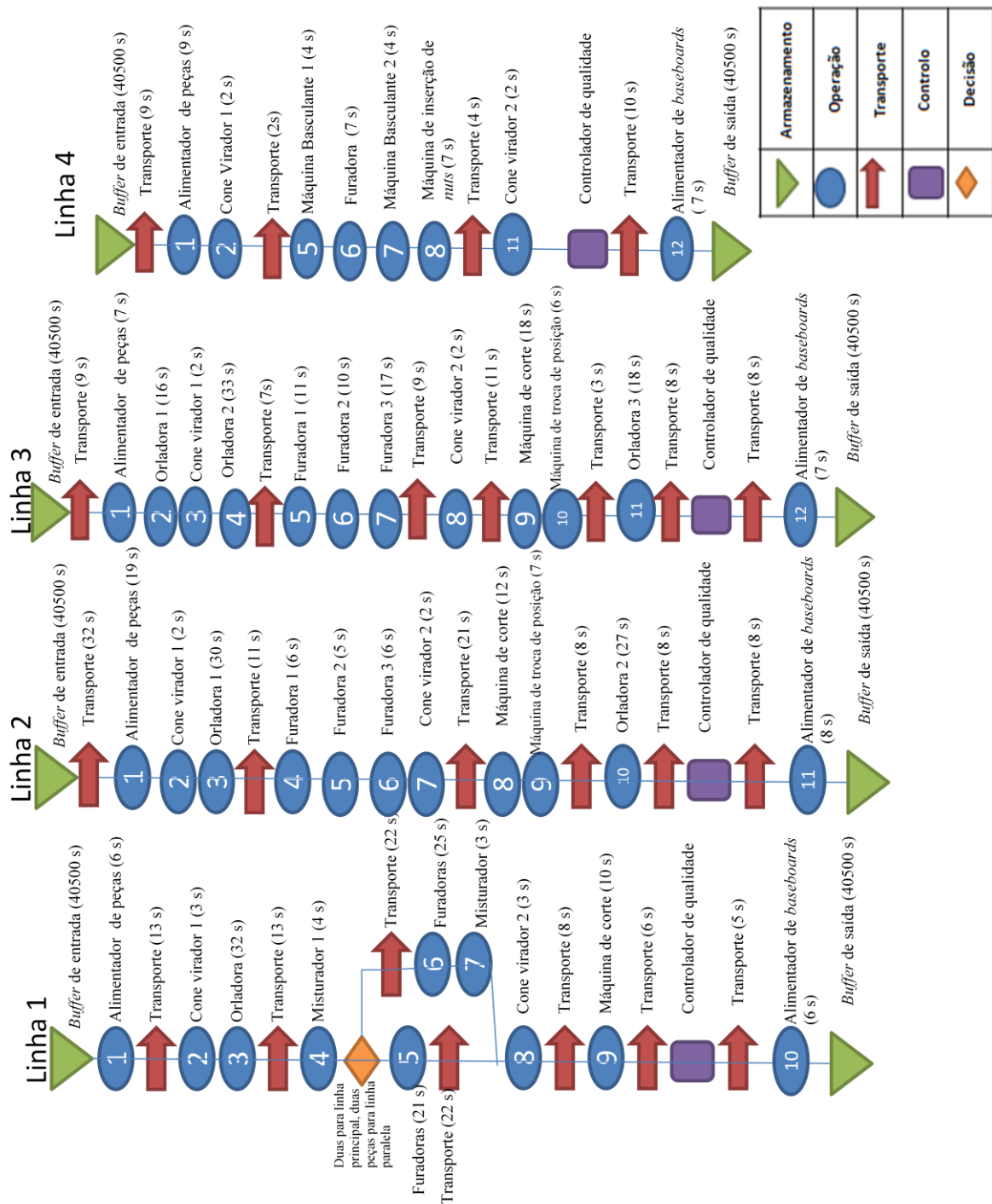
Silveira (2013). Mapeamento do Fluxo de Valor.

Womack, J. P. and D. T. Jones (1996). "Lean thinking: Banish waste and create wealth in your organisation." Simon and Shuster, New York, NY 397.

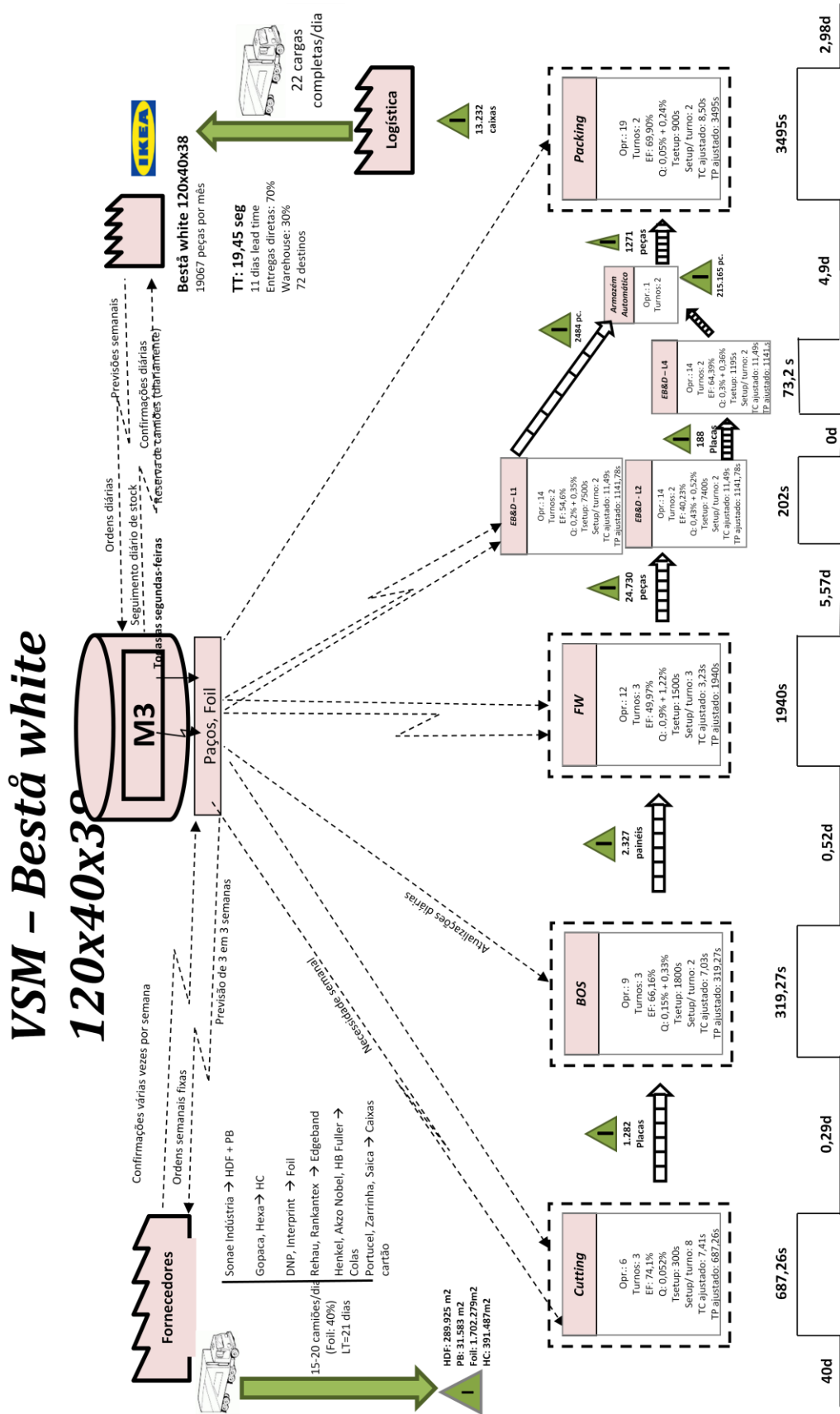
## ANEXO A: Organigrama do IKEA *Industry* Portugal



## ANEXO B: Diagram de processos da área *EdgeBand & Drill*



ANEXO C: VSM da fábrica *Foil*





# ANEXO D: WES para limpeza do rolo da cola

 IKEA Industry Paços de Ferreira		Work Element Sheet 			Data de Aprovação Tempo Total		ELABORADO POR:		APROVADO POR:	
FÁBRICA:	ÁREA:	EB&D_Foil	LINHA/POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	INFORMAÇÃO ADICIONAL:					
FOIL			2/1	EB&D_Foil - Limpeza do rolo da cola - L2						
Nº	Símbolo	Atividade, O Que?	Pontos chave, Como?	Porque?	Ilustrações					
1		Confirmar que o sistema Emermeter se encontra ligado, a funcionar e com o programa correcto (SIDES, TOP/BOTTOM, PARTITION)	WES 774 e775							
2		Sempre que o sinal de aviso luminoso estiver activo fazer a limpeza do respectivo rolo	Através de accionamento da gate, mais limpeza com o ferro de 1 mm	Vai fazer com que esta aumente o volume de cola no rolo para o operador retirar o lixo						
3		Accionar o botão de abertura de gate	Através do painel de controlo (ver foto)	Aumento de colo no rolo para limpeza						
4		Em simultaneo fazer a limpeza com o ferro de limpeza	Colocar este junto da gate de saída do rolo (ver foto) e oscilar de baixo para cima de modo a limpar o lixo							
5		Repetir o processo 3 e 4 as vezes necessárias até o rolo ficar limpo								
6		Verificar se o sinal luminoso ficou desactivado com a limpeza ao longo da passagem das peças								
7		Se o volume de lixo for grande e a limpeza não for eficaz no processo 5, parar a máquina e limpar com uma espátula	Parar máquina no respectivo botão (ver foto). Accionar o comando manual e limpar com a espátula	Retirar o lixo acumulado						
8		Após limpo avançar com a produção								
A-JUDAS EHS / CHAVE:    					LAYOUT:					



# ANEXO F: SOS com procedimento a ter na sala dos líquidos de limpeza

 IKEA Industry Paços de Ferreira		 Standard Operating Sheet		DATA Aprovação				
FÁBRICA: LacquerPrint e Foil		LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	ELABORADO POR:			
ÁREA: Sala dos líquidos		TODOS		APROVADO POR:				
PROCESSO Sala dos líquidos - Abastecimento de bidões				INFORMAÇÃO ADICIONAL: Todos os Operadores são responsáveis pelo correcto funcionamento deste procedimento.				
Nº	WES	Actividade	Repetição	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
1		Escolher qual o produto a abastecer e levar o suporte da tina de retenção até ao bidão em consumo ( <u>consumir do verde para o vermelho</u> )		00:00:05	00:00:20	00:00:25		
2		Colocar os bidões (pequenos) vazios em cima do suporte da tina de retenção		00:00:05	00:00:05	00:00:35		
3		Colocar a almofada por baixo da torneira do bidão 200l (200 litros) que irá abastecer		00:00:05	00:00:00	00:00:40		
4		Colocar os bidões (pequenos) vazios por baixo da torneira do bidão 200l		00:00:10	00:00:00	00:00:50		
5	WES-458	Fazer o abastecimento		00:02:00	00:00:00	00:02:50		
6		Retirar o bidão abastecido do suporte da tina de retenção		00:00:05	00:00:05	00:03:00		
7		Colocar o suporte da tina de retenção no local correcto		00:00:05	00:00:20	00:03:25		
8	WES-472	Quando o bidão 200l estiver próximo do fim, colocá-lo na horizontal		00:01:30	00:00:20	00:05:15		
9	WES-476	Quando o bidão 200l ficar vazio, colocá-lo na sala de resíduos. Caso sejam os bidões da área de stock mínimo (vermelha), mover bidões para as primeiras posições a consumir (área verde).		00:01:30	00:00:30	00:07:15	Sempre que houver um bidão vazio	
10		Efectuar pedido de reabastecimento de acordo com as indicações e de modo a preencher a totalidade de bidões para a referência.		00:00:30	00:00:00	00:07:45		
11		Assim que novos bidões são descarregados colocar nas posições no sentido contrário ao de consumo.		00:02:00	00:00:30	00:10:15		
12		Garantir a limpeza e arrumação de todo o material		00:00:20	00:00:05	00:10:40	Incluindo os Equipamentos de Protecção Individual	
Notas: Garantir que existem sempre dois bidões 200l de cada produto! Garantir que todos os bidões 200l estão ligados ao cabo (fio-terra)! AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:			Total	0:08:25	0:02:15	00:10:40	TAKT time:	
			Layout:					

## ANEXO G: Extrato do plano de controlo de processo da linha 1

		2015																											
		JANEIRO					FEVEREIRO					MARÇO					ABRIL				MAIO				JUNHO				
year	month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	week																												
<b>WINNER ENTRADA</b>	Verificar estado Ventosas									○												○							
	Verificar/calibrar as Magnus's									○												○							
	Verificar sensores/apalpadores									○												○							
	Alinhar estações das Baseboards										○												○						
<b>GPK 1</b>	Limpeza Cones	○																										○	
	Calibrar altura do cone	○																										○	
	Verificar estado da unidade de rotação	○																										○	
	Verificar esquadria/Paralelismo		○																○										
	Verificar/limpar os tapetes transportadores		○																○										
	Substituição de Fresas assembler																					○							
	Substituição de Trituradores					○											○												○
	Verificação / Substituição de Tupias																												
	Substituição Vasos Cola								○													○							
	Limpeza Vasos da Cola ( <b>Semanal</b> )																												
	Garantir Overhang correto					○												○											○