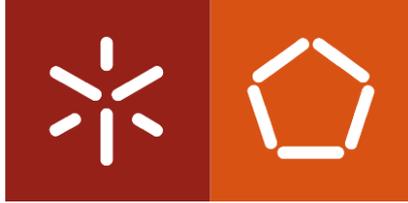


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Vitor Manuel Coutinho Ferreira Machado

**Melhoria do processo de abastecimento
interno de matérias-primas numa
empresa de mobiliário**

Março de 2021



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Vitor Manuel Coutinho Ferreira Machado

Melhoria do processo de abastecimento interno de matérias-primas numa empresa de mobiliário

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Rui Manuel de Sá Pereira de Lima

Março de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

A realização deste projeto marca o fim de mais uma etapa da minha vida. Durante a sua realização foram inúmeros os obstáculos ultrapassados através do apoio e da motivação, tanto das pessoas envolvidas, bem como das pessoas que me rodeiam. Sem elas a conclusão deste projeto não teria sido possível. Assim sendo, deixo aqui o meu reconhecimento e agradecimento a todos que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a sua concretização.

Contudo, não posso deixar de agradecer a algumas pessoas de uma forma especial:

À minha esposa, que para além de me ter acompanhado durante todo este projeto, acompanhou-me também durante a maior parte da minha vida académica, estando sempre predisposta a ouvir, aconselhar, dar força e incentivar a ir mais longe.

Aos meus pais e irmão pela paciência e persistência, pelo contributo que tiveram no meu desenvolvimento e pelos bons valores e princípios transmitidos.

Ao *IKEA Industry* Portugal por ter acreditado em mim e me ter possibilitado crescer como trabalhador, aluno e pessoa.

Ao Engenheiro Joaquim Silva, à Engenheira Zita Almeida, aos operadores do abastecimento e aos restantes colegas do IKEA pela disponibilidade, orientação e partilha de conhecimento.

E por fim, mas não menos importante, ao meu orientador Doutor Rui Lima pelos conselhos e esclarecimentos, e pela disponibilidade em acompanhar o desenvolvimento da presente dissertação.

A todos o meu obrigado!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Melhoria do processo de abastecimento interno de matérias-primas numa empresa de mobiliário

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho e desenvolvida em ambiente industrial numa secção de uma empresa de mobiliário - *IKEA Industry Portugal*.

O projeto desenvolvido surgiu com a necessidade da empresa melhorar o desempenho do processo de abastecimento interno, processo este que não se encontrava normalizado e apresentava desperdícios na utilização de recursos. Assim, o propósito deste trabalho é a normalização do abastecimento interno das áreas *EdgeBand & Drill* da fábrica *Board on Frame* através da aplicação de ferramentas e técnicas *Lean*.

Por forma a alcançar os objetivos propostos, iniciou-se este projeto com uma análise detalhada ao sistema de abastecimento das áreas *EdgeBand & Drill* e, através de ferramentas como o diagrama de *Ishikawa*, identificaram-se as principais causas dos problemas, nomeadamente os meios de transporte utilizados, a falta de normalização do processo e falta de gestão visual. Depois das principais causas identificadas, foram elaboradas e implementadas as propostas de melhoria, através da aplicação de algumas ferramentas como a Gestão Visual, o Supermercado, o sistema *Kanban* e o *Mizusumashi*.

Os resultados obtidos proporcionaram: um melhor controlo do fluxo de materiais e de informação, uma redução de 14.31% da área total utilizada para armazenamento no *shop floor* e uma diminuição do *stock* de orlas e colas no chão de fábrica de 9,85% e 49,94%, respetivamente.

Durante o desenvolvimento deste projeto, foram investidos 12.379,30€, que se estima, que após conclusão da implementação do *Mizusumashi*, seria possível reduzir os recursos necessários ao abastecimento destas áreas e, com isso, obter uma poupança anual nos custos operacionais a rondar os 34.690,05€.

PALAVRAS-CHAVE

Abastecimento Interno, *Just-in-Time*, *Lean Manufacturing*, *Mizusumashi*.

ABSTRACT

Improvement of the internal supply process of raw materials in a furniture company

The present dissertation was fulfilled as a part of the Master course in Industrial Engineering and Management at Minho University, and developed in an industrial environment in a furniture company's section, at IKEA Industry Portugal.

This project came to light by the company need to improve the performance of the internal supply process which was not standardized and also presented waste of resources. The purpose of this work is to normalize the internal supply of the Edgeband & Drill areas of the Board on Frame factory through the application of Lean tools and techniques.

In order to achieve the proposed objectives, this project started with a detailed analysis of the supply system of the EdgeBand & Drill areas and through tools such as the Ishikawa diagram, the main causes of the problems were identified, namely the means of transport used, the lack of normalization of the process and lack of visual management. After the main causes of the problems identified, the proposals for improvement were elaborated and implemented, through the application of some tools such as Visual Management, the Supermarket, the Kanban system and the Mizusumashi.

The results obtained provided: a better control of materials and information flow, a reduction of 14.31% of the total area used for storage on the shop floor and a decrease of edges and glue stock on the factory floor of 9.85% and 49.94%, respectively.

During the development of this project, 12,379.30€ was invested, which is estimated, that once the implementation of Mizusumashi is complete, it would be possible to reduce the resources needed to supply these areas and, therefore, obtain annual savings in operating costs of approximately 34,690.05€.

KEYWORDS

Internal Supply Chain, *Just-in-Time*, *Lean Manufacturing*, *Mizusumashi*.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos da Investigação.....	2
1.3 Metodologia da Investigação.....	2
1.4 Estrutura da Dissertação.....	3
2. Revisão bibliográfica.....	5
2.1 Lean Manufacturing.....	5
2.2 Fundamentos e Princípios de Lean Thinking.....	5
2.3 Just-In-Time.....	7
2.4 Ferramentas, Técnicas e Metodologias Lean.....	7
2.4.1 Comboio Logístico.....	8
2.4.2 Sistema Kanban.....	10
2.4.3 Supermercado.....	11
2.4.4 Gestão Visual.....	12
2.4.5 Diagrama de <i>Ishikawa</i>	13
3. Apresentação e caracterização da empresa.....	14
3.1 IKEA.....	14
3.2 IKEA Industry.....	15
3.2.1 Visão, Valores e Missão.....	15
3.2.2 Cadeia de valor.....	16

3.2.3	IKEA Way of Production	17
3.2.4	Indicadores de desempenho	18
3.3	IKEA Industry Portugal.....	19
3.3.1	Organização	19
3.3.2	Fábrica BOF	20
3.3.3	Produtos BOF	21
3.3.4	Layout e Fluxo de Materiais.....	21
3.3.5	Fases do processo.....	25
4.	Descrição e análise do estado atual do sistema	28
4.1	Descrição geral da área <i>Edgeband & Drill L&P</i>	28
4.1.1	Descrição do sistema produtivo	29
4.1.2	Descrição do abastecimento de matérias-primas	30
4.2	Descrição geral da área <i>Edgeband & Drill Foil</i>	32
4.2.1	Descrição do sistema produtivo	33
4.2.2	Descrição do abastecimento de matérias-primas.....	34
4.3	Análise crítica ao sistema de abastecimento de orla e cola.....	34
5.	Apresentação e Implementação de Propostas de melhoria.....	38
5.1	Sistema de abastecimento de orla e cola	38
5.2	Dimensionamento do Supermercado Comum.....	41
5.3	Dimensionamento do Comboio Logístico	46
5.3.1	Tarefas e tempos.....	46
5.3.2	Definição da rota de abastecimento e <i>stop points</i>	47
5.3.3	Definição de estruturas de abastecimento para o bordo de linha	49
5.3.4	Definição do comboio logístico	50
6.	Discussão e Análise dos Resultados Obtidos.....	53
6.1	Aumento da organização e fluxo de materiais	53
6.2	Redução do espaço dedicado ao armazenamento no <i>shop floor</i>	53
6.3	Redução de stock no shop floor	54

6.4	Resultados esperados das propostas não implementadas	55
7.	Conclusões	59
7.1	Considerações Finais	59
7.2	Trabalho Futuro	60
	Referências Bibliográficas	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Representação dos 7 desperdícios (Ikea Inside).....	6
Figura 2 - Exemplo de um cartão <i>Kanban</i> (Coimbra & Kaizen, 2009).....	10
Figura 3 - Organização do Grupo IKEA após reestruturação (Ikea Inside).....	15
Figura 4 - Valores do IKEA Industry	16
Figura 5 - Cadeia de Valor Ikea <i>Industry</i>	17
Figura 6 - Metodologia IWOP.....	18
Figura 7 - Implantação IKEA Industry Portugal.....	19
Figura 8 - Organigrama geral IKEA <i>Industry</i> Paços de Ferreira	20
Figura 9 - Exemplos de produtos da fábrica BOF	21
Figura 10 - <i>Layout</i> fábrica BOF.....	22
Figura 11 - Diagrama SIPOC fluxo <i>Lacquer&Print</i>	23
Figura 12 - Diagrama SIPOC fluxo <i>Foil</i>	24
Figura 13 - Layout <i>Edgeband & Drill</i> L&P.....	28
Figura 14 - Percurso de uma peça dupla.....	30
Figura 15 - Bobines de fita de orla	31
Figura 16 - Exemplos de sacos (a) e latas (b) de cola	31
Figura 17 - Fluxo de orlas e colas L&P	32
Figura 18 - <i>Layout Edgeband & Drill</i> FOIL.....	33
Figura 19 - Fluxo de orla e cola FOIL.....	34
Figura 20 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> relativo ao problema de abastecimento interno	35
Figura 21 - <i>Stock</i> de cola (a) e orla (b) no bordo de linha.....	36
Figura 22 - <i>Buffer</i> matéria-prima EB&D L&P (a) EB&D Foil (b)	37
Figura 23 - Exemplo de uma folha de parâmetros de abastecimento de orlas	39
Figura 24 - <i>Checklist</i> de abastecimento de orlas.....	40
Figura 25 - Exemplo de <i>Kanban</i> de colas	40
Figura 26 - Disco de pedidos de cola.....	41
Figura 27 - Estrutura do <i>layout</i> inicial do supermercado	42
Figura 28 - <i>Layout</i> final do supermercado	43

Figura 29 - Referências por localização	43
Figura 30 - Exemplo de um identificador de uma referência comum	44
Figura 31 - Quadro de pedidos <i>Kanban</i> (a) e exemplo de <i>Kanban</i> (b)	45
Figura 32 - Quadro de passagem de informação	46
Figura 33 - Rota de abastecimento para orlas e colas e <i>stop points</i>	48
Figura 34 - Exemplo de uma placa sinalizador de um <i>stop point</i>	48
Figura 35 - Estrutura para abastecimento de orla	49
Figura 36 - Exemplo de um local de abastecimento de cola	50
Figura 37 - Rebocador Jungheinrich EZS 130	51
Figura 38 - Ficha técnica do vagão protótipo	52
Figura 39 - Variação da área disponível para armazenamento no <i>shop floor</i>	54
Figura 40 - Variação do inventário e nº de referências de orla entre a fase inicial e final	55
Figura 41 - Variação do inventário de cola entre a fase inicial e a fase final	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tarefas do operador logístico e tempos estimados	47
Tabela 2 - Custos energéticos estimados por equipamento.....	56
Tabela 3 - Custo manutenção estimados por equipamento.....	56
Tabela 4 - Custos operacionais estimados fase inicial.....	57
Tabela 5 - Custos energéticos estimados Rebocador	57
Tabela 6 - Custos operacionais estimados fase final	57
Tabela 7 - Custos das propostas implementadas.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BOF – Board on Frame

BoS – Board on Style

CP – Coldpress

EB&D – Edgeband & Drill

FIFO – First In First Out

F&CP – Frames & Coldpress

F&W – Foil & Wrap

JIT – Just-in-time

TPS – Toyota Production System

WIP – Work In Progress

1. INTRODUÇÃO

A introdução sobre este projeto de dissertação é apresentada neste capítulo, onde se faz um enquadramento geral, identificam-se os objetivos, descreve-se a metodologia de investigação e, por fim, apresenta-se a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Nestes últimos anos os mercados têm vindo a tornar-se cada vez mais globais, competitivos e exigentes. Os clientes exigem uma maior diversidade de produtos, a preços baixos, de boa qualidade e com curtos prazos de entrega o que causa vários desafios às empresas. Estas exigências e estes desafios levaram às indústrias a adaptarem-se a uma nova realidade para conseguirem satisfazer as necessidades dos clientes e ao mesmo tempo superarem os seus concorrentes.

Neste contexto, o *Lean Manufacturing* é uma das abordagens que pode ajudar as empresas a ultrapassarem estes obstáculos (Yang et al., 2015). *Lean Manufacturing* é uma filosofia que pode ser aplicada a qualquer organização e sector de atividade, apesar das suas origens serem do sector automóvel. O seu principal objectivo é reduzir os custos identificando e eliminando sistematicamente os desperdícios, através da melhoria contínua (Shah & Ward, 2007; Yang et al., 2015), enquanto se cria valor para todas as partes interessadas do negócio (Pinto, 2009). Na sua forma mais pura, *Lean* consiste na eliminação de desperdícios de todos os processos, entre os quais, o transporte e o excesso de inventário (Goldsby & Martichenko, 2005).

Atualmente, um dos maiores desafios das organizações é a busca por racionalização de recursos, entre eles os logísticos, que podem representar até 19% dos custos de uma empresa industrial típica (Röhm, Silva, Hermosilla, & Piratelli, 2010).

Uma das bases do *Lean Manufacturing* é o *Just-In-time* (Shah & Ward, 2003), que permite a entrega dos materiais corretos, na quantidade exata e no momento certo. Associada à lógica JIT encontram-se metodologias e ferramentas como o supermercado, o sistema *Kanban* e o *Mizusumashi*. O conceito de *supermercado* tem sido adotado por inúmeras empresas por ser flexível e ágil, dominando os desafios causados pelo abastecimento interno. Por sua vez o sistema *Kanban* serve de ligação entre processos e o armazém controlando o fluxo de materiais, enquanto o *Mizusumashi* garante a movimentação dos mesmos através de uma rota pré-definida e um tempo entre viagens fixo.

Existe a necessidade da empresa melhorar o desempenho do processo de abastecimento interno em toda a sua fábrica, processo este que não se encontra normalizado e apresenta desperdícios na utilização de recursos, e de adotar um sistema de produção puxado. As áreas *Edgeband & Drill* da fábrica BOF, tal como outras da empresa, incorrem nestes problemas, e por isso poderá beneficiar da normalização do processo de abastecimento interno, através da aplicação de ferramentas e técnicas *Lean*.

1.2 Objetivos da Investigação

O objetivo deste trabalho de investigação é a melhoria do desempenho e a normalização do processo de abastecimento às linhas de produção das áreas *Edgeband & Drill* na fábrica BOF do IKEA Industry Portugal. O projeto realizado servirá como ponto de partida para uma normalização do abastecimento interno nas restantes áreas.

Os resultados esperados após implementação do projeto são:

- Reduzir o espaço dedicado ao armazenamento no *shop floor*;
- Reduzir os *stocks* no *shop floor*;
- Melhorar o fluxo de informação;
- Definir um conjunto de tarefas normalizadas para o abastecimento de orla e cola;
- Reduzir os recursos humanos e materiais no abastecimento de orla e cola.

1.3 Metodologia da Investigação

Na elaboração de um trabalho de investigação é importante definir a metodologia de investigação a ser adotada, de forma a organizar o trabalho e estabelecer prioridades.

Nesse sentido, definiu-se que a estratégia de investigação mais apropriada ao projeto desenvolvido seria a “Investigação-Ação” tendo em consideração o contexto prático em que se inseriu o projeto, nomeadamente um ambiente industrial com o propósito de resolver problemas reais através da intervenção desde do investigador às pessoas afetadas (Coutinho et al., 2009; O’Brien, 1998).

A metodologia “Investigação-Ação” pode ser descrita como uma forma de pesquisa sistemática, autorreflexiva e colaborativa com objetivo de melhorar as práticas nos diversos campos de ação, sendo esta composta pelas seguintes características fundamentais (Susman & Evered, 1978):

- Participativa e colaborativa, no sentido em que envolve todos os participantes no processo.
- Prática e interventiva, pois não se limita ao campo teórico, implica intervenção.
- Cíclica, porque a investigação envolve uma espiral de ciclos, nos quais as descobertas iniciais geram possibilidades de mudança, que são então implementadas e avaliadas como introdução do ciclo seguinte.
- Crítica, na medida em que a comunidade crítica de participantes não procura apenas melhores práticas no seu trabalho, dentro das restrições sociopolíticas dadas, mas também atuam como agentes de mudança, críticos e autocríticos das eventuais restrições.
- e) Auto-avaliativa, porque as mudanças são continuamente avaliadas, numa perspetiva de adaptabilidade e de produção de novos conhecimentos.

Este projeto baseou-se na identificação de oportunidades de melhorias e na respetiva intervenção promovendo a melhoria continua. As fases que permitiram desenvolver a presente dissertação é apresentada nos pontos que se seguem:

- Fase 1 – Definição dos objetivos e planeamento do projeto: determinar a metodologia a utilizar e definir os objetivos a alcançar.
- Fase 2 – Revisão bibliográfica: análise de fontes bibliográficas relativas ao abastecimento de materiais e a metodologia associada.
- Fase 3 – Análise da situação atual da área em estudo: análise profunda da área em questão e do seu sistema de abastecimento de matérias-primas, através da recolha de informação e observação das tarefas executadas pelos colaboradores.
- Fase 4 – Apresentação e implementação de propostas de melhoria: Delinear e implementar técnicas e medidas de melhoria.
- Fase 5 – Testes: Testar e proceder às alterações necessárias às propostas de melhoria implementadas.
- Fase 6 – Análise de resultados: avaliar os resultados provenientes das medidas planeadas e/ou implementadas.
- Fase 7 – Elaboração da dissertação: descrever as etapas do projeto, assim como as conclusões e resultados obtidos.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se distribuída ao longo de 7 capítulos.

O primeiro capítulo fornece um enquadramento geral do projeto, uma perceção dos objetivos estabelecidos e a descrição da metodologia de investigação utilizada.

O segundo capítulo consiste numa revisão bibliográfica referente à filosofia *Lean Manufacturing*, onde é descrita a sua origem e princípios, bem como, as respetivas ferramentas relacionadas com a problemática do abastecimento interno.

No capítulo subsequente, apresenta-se a empresa na qual o trabalho foi desenvolvido, denominada de IKEA Industry Portugal. Para além da apresentação, constam informações relativas à organização IKEA, à sua missão e valores, à cadeia de valor e à filosofia de produção implementada.

No capítulo seguinte, descrevem-se as áreas que foram alvo de estudo e o respetivo processo produtivo. Neste capítulo, consta, também, uma análise do estado atual do processo de abastecimento de matérias-primas e são identificados os seus principais problemas.

A descrição de propostas de melhoria implementadas, suportadas pelas ferramentas e métodos Lean, com objetivo de solucionar ou minimizar os problemas identificados, encontra-se no quinto capítulo.

Posteriormente, no sexto capítulo, são discutidos e analisados os resultados obtidos, reais e estimados, com a implementação das propostas de melhoria.

Para finalizar, no sétimo capítulo, é realizada uma reflexão de todo o projeto, tendo em conta os objetivos e os resultados obtidos, bem como as dificuldades encontradas. Conclui-se o capítulo com algumas sugestões futuras, tendo em vista a melhoria continua.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao longo deste capítulo é efetuada a revisão bibliográfica aos temas abordados na presente dissertação.

2.1 Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* não é propriamente novo, esta metodologia é uma evolução do sistema de produção da Toyota (Toyota Production System ou Just in time Production), que surgiu inicialmente no Japão após a segunda Guerra Mundial através de Taiichi Ohno (Holweg, 2007; Shah & Ward, 2007).

O termo *Lean* surgiu em 1988 por Krafcik (1988) que o atribuiu para classificar o sistema produtivo da Toyota e em 1990 tornou-se popular através do livro “The Machine That Changed the World” por Womack, Jones e Roos (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014; Holweg, 2007; Melton, 2005). Em 1996 surge a expressão “Lean Thinking” por Womack & Jones no livro “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Organisation” (Holweg, 2007; Melton, 2005).

Lean Manufacturing é geralmente descrito a partir de dois pontos de vista, de uma perspetiva filosófica relacionada com princípios orientadores e objectivos globais (Spear & Bowen, 1999; Womack & Jones, 1996), ou de uma perspetiva prática de um conjunto de práticas de gestão, ferramentas ou técnicas que podem ser observadas diretamente (Li, Rao, Ragu-Nathan, & Ragu-Nathan, 2005; Shah & Ward, 2003).

2.2 Fundamentos e Princípios de Lean Thinking

Tal como referido anteriormente, o *Lean Manufacturing* procura eliminar atividades que não acrescentam valor ao produto. Com este propósito, Womack e Jones (1996) definiram os cinco princípios da filosofia *Lean thinking*:

1. Criar valor: capacidade de fornecer o cliente no momento certo com o preço adequado, como definido em cada caso pelo cliente;
2. Definir a cadeia de valor: identificar o conjunto de todas as atividades específicas necessárias para projetar, encomendar e fornecer um produto específico, eliminando as que não acrescentam valor ao produto.

3. Otimizar o fluxo: procurar otimizar as atividades progressivas ao longo da cadeia de valor de modo a que o fluxo prossiga sem interrupções, sucatas ou *rework*.
4. Implementar o *pull system*: implementar a lógica *pull* em oposição ao *push*, isto é, produzir apenas quando necessário, no momento certo na quantidade exata.
5. Perfeição: eliminação total dos desperdícios, através da melhoria contínua dos processos, até que todas as atividades da cadeia acrescentem valor.

Estes cinco princípios chave estão diretamente ligados à redução ou eliminação dos desperdícios. Segundo Melton (2005) entende-se por desperdício, em japonês Muda, qualquer atividade que não acrescenta valor do ponto de visto do cliente. Este pode ser classificado de diferentes formas: o puro desperdício e o desperdício necessário. O puro desperdício representa as atividades totalmente dispensáveis e o desperdício necessário engloba as atividades que apesar de não acrescentarem valor são atividades que têm de ser realizadas (Pinto, 2009).

Ohno (1988) e Shingo (1989) identificaram as sete categorias de desperdícios mais populares, ilustrados na Figura 1.



Figura 1 - Representação dos 7 desperdícios (Ikea Inside)

Excesso de produção: Produzir para além do que é necessário ou produzir antes do tempo (Ohno, 1988). Segundo Imai (2012) este é o pior desperdício de todos.

Espera: Sempre que as pessoas, equipamentos ou máquinas aguardam para serem processados (Melton, 2005).

Transporte: Mover os produtos para várias localizações. Sempre que um produto está em movimento não está a ser processado, portanto não está a ser adicionado valor ao cliente (Melton, 2005).

Sobreprocessamento: Quando um processamento particular não acrescenta valor ao produto (Melton, 2005).

Inventários: Armazenar produtos entre processos e matérias-primas, para além de ocuparem espaço, representam vários custos para as empresas (Melton, 2005).

Movimentações: De acordo com Melton (2005) refere-se ao movimento excessivo das pessoas no chão de fábrica. Sempre que um operador está em movimento não consegue apoiar o processamento do produto.

Defeitos: Todos os erros que ocorram durante o processo, que originem em *rework* ou trabalho adicional (Melton, 2005).

Mais recentemente, outros autores acrescentaram novos desperdícios à lista. Brunt *et al.* (1998) definiram como novos desperdícios: a não utilização do potencial humano, utilização de sistemas inapropriados, energia, materiais, serviços e escritórios e tempo do cliente.

2.3 Just-In-Time

O sistema de operações *Just-In-Time* (JIT) é um dos elementos basilares do TPS e um dos fatores que mais contribuem para a implementação de um sistema de gestão baseado na filosofia *Lean thinking* (Pinto, 2009).

Na perspetiva de Villa *et al.* (2013) os sistemas de gestão JIT são baseados no método *pull* para controlar o fluxo de materiais: no entanto, na prática industrial, algumas mudanças são adotadas, como por exemplo o uso de pequenos lotes de transferência.

De acordo com Pinto (2009) para se trabalhar em regime JIT, uma organização necessita de adotar o paradigma *pull* por oposição ao sistema *push*, esta transformação é essencial para a evolução do JIT (Liker, 2003).

A ideia do JIT é abastecer apenas o que o cliente necessita, podendo o cliente ser interno ou externo. O benefício óbvio é a redução dos inventários (Goldsby & Martichenko, 2005).

2.4 Ferramentas, Técnicas e Metodologias Lean

Womack & Jones (1996) defendem que uma vez definido o pensamento Lean, várias ações de melhoria poderão ser implementadas através de ferramentas e metodologias adequadas a cada situação.

Neste sentido, serão descritas neste subcapítulo as ferramentas, técnicas e metodologias utilizadas no desenvolvimento do projeto de dissertação.

2.4.1 Comboio Logístico

O comboio logístico, também conhecido por *milk run* ou *mizusumashi* é um meio de transporte de material utilizado para abastecer as áreas de produção. Segundo Pinto (2009) a designação *milk run* é com frequência utilizada para comboios logísticos a operar entre empresas, enquanto a designação *mizusumashi* é por norma empregue para comboios logísticos internos. Este último vocábulo é de origem japonesa e refere-se às aranhas da água (*water spider*).

O sistema *mizusumashi* é um dos meios mais importantes para criar fluxo na logística interna. Para os conceitos do *Lean Manufacturing*, refere-se a um operador de abastecimento interno, que tem como função fornecer materiais e informação aos diversos postos de trabalho usando uma rota normalizada de um forma cíclica em períodos de tempo pré-definidos e fixos (Coimbra, 2013). O objetivo é reduzir os custos do *work in progress* (WIP) e os custos de transporte (Kilic, Durmusoglu, & Baskak, 2012).

De acordo com Pinto (2009), atualmente o *mizusumashi* concorre com os tradicionais empilhadores e/ou porta-paletes, exibindo sobre estes inúmeras vantagens:

- Apenas os materiais necessários são entregues, evitando transportes de grandes quantidades;
- O abastecimento é normalizado e planeado evitando roturas por falta de materiais;
- As entregas são frequentes e de acordo com a necessidade de cada posto;
- Possibilita a entrega de múltiplos materiais e componentes, em vez de um material de cada vez;
- O comboio logístico permite logística inversa (leva contentores cheios e traz contentores vazios);
- O *mizusumashi* é mais amigo do ambiente (são movidos a energia elétrica e silenciosos) ao contrário dos empilhadores que são movidos a gasóleo ou a gás (mais poluidores e ruidosos).

A pessoa responsável por conduzir o comboio é chamada de “operador logístico”. Esse trabalhador move todas as informações relacionadas às ordens de produção (*Kanban*), bem como todo o fluxo de contentores entre os supermercados e o bordo de linha, repetindo os mesmos movimentos em um ciclo fixo (normalmente entre 20 a 60 minutos) (Coimbra, 2013).

Para projetar um sistema *mizusumashi* que vise reduzir o WIP e os custos de transporte, os tempos e as rotas adequadas têm de ser analisadas (Kilic et al., 2012). Encontram-se na literatura alguns planos para implementar um *mizusumashi*. De acordo com Coimbra (2013) os principais passos para projetar uma linha *mizusumashi* são:

1. Fazer uma lista de todas as tarefas atribuídas ao operador logístico;
2. Fazer uma estimativa inicial de quanto tempo demorará cada tarefa;
3. Desenhar uma rota circular no *layout*;
4. Identificar os pontos de paragem (*stop points*);
5. Construir um comboio protótipo adequado (idealmente diferentes *wagons* não devem ser misturados no mesmo comboio);
6. Fazer um teste com o comboio vazio e garantir que se desloca em linha reta e que qualquer curva deve ser de 90°;
7. Garantir que os supermercados dos fornecedores e clientes estão operacionais;
8. Escolher o melhor operador para o *mizusumashi*;
9. Conduzir o comboio entre 4 a 5 dias, medir os tempos e eliminar os desperdícios;
10. Elaborar a folha *standard* final;
11. Treinar o operador pelo menos durante 20 dias seguindo o *standard* até que se torne um hábito e garantir que o mesmo é capaz de realizar o processo automaticamente.

Enquanto Harris *et al.* (2004) considera necessários apenas 5 passos para implementar um *mizusumashi*:

- 1 Desenvolver um plano de abastecimento para todos os materiais;
- 2 Definir um local para fazer o picking e o loading dos materiais;
- 3 Criar rotas de abastecimento;

- 4 Implementar sinais *Pull* de transmissão de informação;
- 5 Aplicar a melhoria contínua no sistema.

2.4.2 Sistema Kanban

Um dos sistemas mais conhecidos da filosofia *Lean Manufacturing* para a gestão da produção é o sistema de controlo *Kanban*. A palavra *Kanban* é de origem japonesa e tem como significado cartão/etiqueta.

Esta técnica foi desenvolvida na década de 1950 por Taiichi Ohno, com a finalidade de minimizar os custos com o material em processamento e reduzir os *stocks* entre processos (Pinto, 2009). Segundo Pinto (2009) o sistema *Kanban* é um sistema visual de controlo de fluxo de materiais e informação no *shop floor*, que informa os operadores sobre o que, quanto e quando produzir, funcionado sempre a partir do cliente para o fornecedor, puxando, deste modo, a produção.

Na sua forma original, que é um cartão, de acordo com Coimbra (2013) este devem conter alguma informação básica, como a identificação do material e respetiva referência, a identificação do cliente/fornecedor e a quantidade a transportar tal como demonstra a Figura 2.

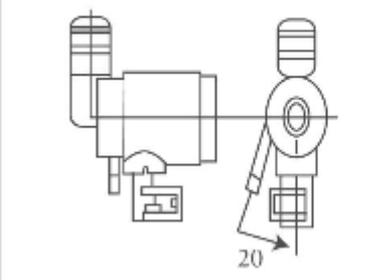
<p><i>Part Identification:</i> Pump type A</p> 	<p><i>Part Number</i> 18407</p>
	<p><i>Customer</i> Assy line R8</p>
	<p><i>Supplier</i> Sub assy line PA</p>
	<p><i>Quantity</i> 50</p>

Figura 2 - Exemplo de um cartão *Kanban* (Coimbra & Kaizen, 2009)

Nos dias de hoje, há várias formas de *kanban* utilizadas na indústria, que variam de acordo com as características das operações do local onde será implementado (Pinto, 2009). De acordo com o mesmo autor as principais formas de *Kanban* são as seguintes:

- Cartão - É o modelo mais utilizado e divide-se em dois tipos: de produção e de transporte;

- Marcas pintadas no chão – Neste tipo, existem espaços reservados à armazenagem de produto logo na saída da estação de trabalho. Quando o produto é retirado, o operador tem permissão para produzir. Assim que todos os espaços forem preenchidos, deve parar-se a produção.
- Sistema de duas caixas – Também conhecido como sistema de *Kanbans* fixo; neste modelo, são colocados pelo menos dois contentores para cada material necessário no bordo da linha, tendo fixado, em cada um deles, um *kanban* do tipo cartão. O contentor é recolhido quando fica vazio e devolvido ao bordo de linha preenchido com o mesmo material, na quantidade indicada na etiqueta;
- Indicação luminosa – O operador aciona um comando luminoso no seu posto de trabalho cada vez que consome o produto. O sinal é transmitido até à célula/estação de produção daquele artigo onde irá acender uma luz para cada unidade a ser produzida. O operário da estação fornecedora, por sua vez, aperta um botão para cada unidade que produz, fazendo com que as luzes vão apagando.
- *Kanban* electrónico (*e-Kanban*) – O sinal é transmitido através de um sistema de informação da empresa. Ideal para transmissão entre fábricas;
- Modelo gravitacional – Com este modelo, sempre que o *stock* de um artigo utilizado na submontagem chega ao fim, o operário coloca uma bola colorida numa calha, a qual rola por gravidade até à central de reabastecimento De acordo com a cor da bola e com a calha usada, o operador do armazém sabe qual o material que deve ser entregue num determinado posto de trabalho.

2.4.3 Supermercado

Seguindo os princípios JIT, um número crescente de empresas está a adoptar o assim chamado conceito de supermercado. Os supermercados são áreas de armazenamento descentralizadas espalhadas pelo chão de fábrica que servem como loja intermediária para peças exigidas pelas linhas de montagem próximas (Faccio, Gamberi, & Persona, 2013).

Para que o conceito seja funcional é necessário que os materiais estejam sempre disponíveis para responder a tempo às necessidades. Disponíveis, não em grande quantidade, mas em quantidades pequenas de vários materiais. Atribuindo uma localização fixa para cada material e através de sistemas

de gestão visual, o controlo dos materiais torna-se bastante mais fácil, a reposição de material é gerida pelo consumo, garantindo o cumprimento do conceito FIFO (*First In First Out*). Para além disso, o acesso aos materiais deve ser fácil e estes devem estar armazenados de maneira a que o seu manuseamento seja simples. De acordo com Coimbra (2013) um supermercado é uma área de armazenamento que é configurada de acordo com as seguintes regras:

- Tem uma localização fixa para cada referência;
- Fornece acesso fácil de *picking* (armazenamento ao nível do solo);
- Permite a gestão visual;
- Mantém o princípio FIFO;
- É projetado para permitir o fluxo e fácil manuseamento dos pequenos *containers*, *containers* sobre rodas e carrinhos.
- Tem níveis máximos e mínimos definidos.

2.4.4 Gestão Visual

Gestão visual é um sistema de gestão que procura melhorar o desempenho de uma organização através de estímulos visuais. Estes estímulos visuais comunicam rapidamente informações importantes da organização, ajudando a transmitir informações relevantes e fáceis de entender no contexto (Beynon-Davies & Lederman, 2017). O seu sucesso está normalmente ligado às filosofias de melhoria dos processos e particularmente às operações *Lean* (Holweg, 2007).

Pinto (2009) define gestão visual como um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas. O sistema envolve o uso de dispositivos visuais de várias formas para se comunicar, que normalmente podem ser implementados através de inúmeros elementos, como por exemplo: tiras de papel e cartões (*kanbans*), *tokens* magnéticos, quadros brancos, marcas ou linhas nos pavimentos/paredes, quadros *andon*, sinais sonoros e luzes de várias cores (Beynon-Davies & Lederman, 2017; Pinto, 2009).

Segundo Steenkam, Hadegom-Hansen e Oosthuizen (2017) a gestão visual pode ajudar a promover um melhor controlo e desempenho dentro da complexidade dos novos ambientes produtivos e de acordo com Coimbra (2013) bons padrões de gestão visual são úteis para resolver muitos problemas relacionas com a confiabilidade da mão-de-obra.

2.4.5 Diagrama de *Ishikawa*

O diagrama de *Ishikawa*, também conhecido por diagrama de causa e efeito ou diagrama de espinha de peixe, é uma das 7 ferramentas da qualidade e uma das mais poderosas ferramentas da melhoria contínua (Pinto, 2009).

O diagrama representa graficamente os relacionamentos entre um determinado problema e todos os fatores que contribuem para o mesmo (Salvador & Goldfarb, 2004). A sua estrutura consiste num “osso” principal ao qual as principais causas estão conectadas, sendo que cada uma destas podem conter várias sub-causas que levam à causa principal (Bilsel & Lin, 2012).

Segundo Junior (2010), este diagrama pode ser construído com o auxílio dos seguintes passos:

1. Definir o problema a ser analisado (efeito);
2. Expor as possíveis causas e inseri-las no diagrama;
3. Construir o diagrama segundo as causas “6M” (mão-de-obra, método, matéria-prima, medida, máquina e meio-ambiente);
4. Identificar as causas reais;
5. Proceder à intervenção de medidas de melhoria.

3. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

No presente capítulo é apresentado o grupo e a respetiva empresa na qual decorreu o estudo – IKEA Industry Portugal.

3.1 IKEA

A organização foi fundada pelo Ingvar Kamprad em 1943 na Suécia. O seu acrónimo - IKEA - combina as iniciais do fundador (IK) com as iniciais do nome da respetiva quinta e aldeia onde cresceu: Elmtaryd em Agunnaryd (EA). O grupo IKEA é gerido pela *Stichting INGKA Foundation*, sediada na Holanda desde 1982 e os seus lucros, segundo a sua política de gestão, só podem ter três finalidades: reinvestir, aplicar em projetos solidários do *IKEA Foundation* ou guardar na reserva financeira para investimentos futuros.

Do crescimento exponencial da organização nasce em 1991 na cidade de Ängelholm o seu braço industrial, o grupo *Swedwood*. O Seu objetivo era garantir a capacidade de produção de mobiliário de madeira para a empresa-mãe, o IKEA, uma vez que até a data existia na Europa de Leste instabilidade política e era onde os seus principais fornecedores estavam localizados.

Em 2013 surge a necessidade de criação do *IKEA Industry Group* com a integração da *Swedwood*, a *Swedspan* e o *IKEA Industry Investment Development (IIID)*. Esta junção justifica-se pela ambição do IKEA na aquisição de novas formas mais integradas e cooperantes de trabalhar no grupo com o intuito de aumentar a sua eficiência e o seu crescimento. O resultado, como mostra a Figura 3, demonstra que o Grupo IKEA opera em toda a cadeia de valor, desde a estratégia da gama e desenvolvimento de produto à produção, distribuição e retalho.

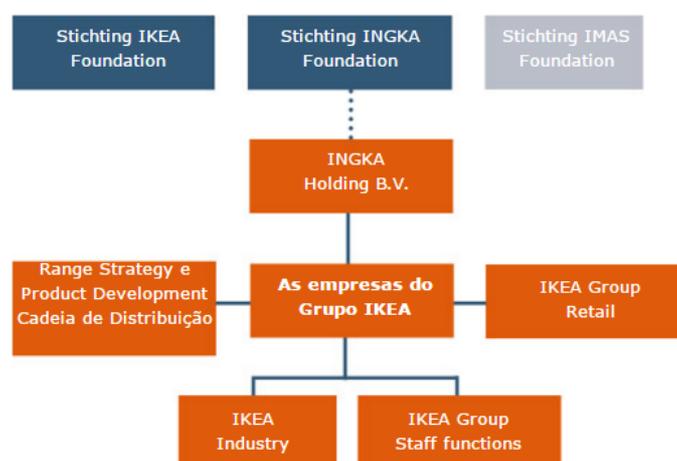


Figura 3 - Organização do Grupo IKEA após reestruturação (Ikea Inside)

3.2 IKEA Industry

O IKEA *Industry* ao momento caracterizava-se por ter 44 unidades de produção, distribuídas por 3 Continentes – Europa, Ásia e América do Norte – as quais fazem parte cerca de 20100 colaboradores IKEA. O seu principal objetivo é criar valor acrescentado para os clientes em termos de preço e qualidade e a sua ambição é tornar-se um exemplo em todos os aspetos do negócio e das pessoas, na qual se inclui a sustentabilidade.

3.2.1 Visão, Valores e Missão

A visão IKEA consiste em “criar um melhor dia a dia para a maioria das pessoas” através de uma filosofia de negócio que traduz-se em “oferecer uma vasta gama de produtos funcionais e com bom design a preços tão baixos que a maioria das pessoas pode comprá-los”.

A forma como concretizam esta visão baseia-se na partilha dos valores humanísticos. Valores estes que consideram a base do trabalho e na qual constroem uma cultura honesta, inclusiva e transparente.

Assim, o IKEA *Industry*, tal como demonstra a Figura 4, assenta a sua atividade em 10 valores fundamentais: Espírito de união e entusiasmo; Desejo constante de mudança; Consciência de custos; Aceitar e delegar responsabilidades; Humildade e força de vontade; Simplicidade; Atrever a ser diferente; Esforço por conhecer a realidade; Estar constantemente no caminho; Liderar pelo exemplo.

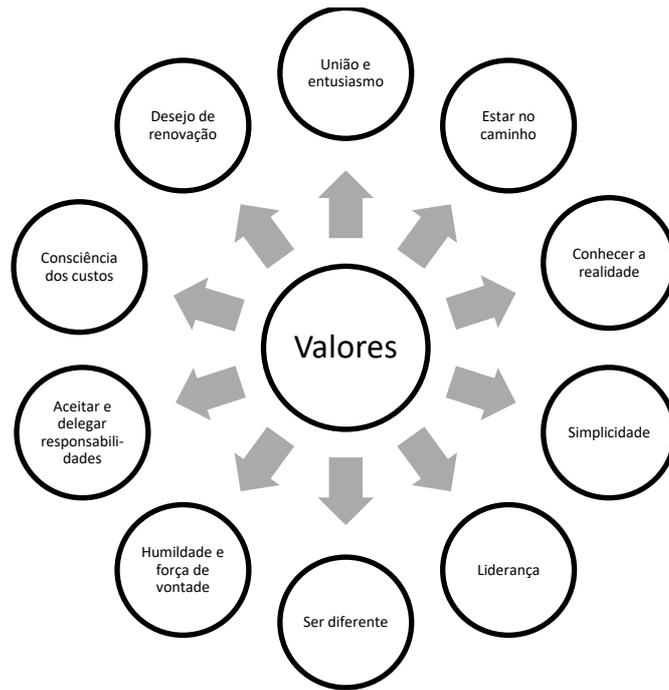


Figura 4 - Valores do IKEA Industry

A sua missão consiste em “entregar o máximo valor acrescentado ao cliente, desenvolvendo capacidades de produção, onde possamos criar uma vantagem única. Juntos, contribuimos para toda a cadeia de valor com o nosso conhecimento industrial e somos o bom exemplo em todos os aspetos de negócio e pessoas.”

3.2.2 Cadeia de valor

Tal como foi dito anteriormente, o grupo IKEA nasceu com o intuito de passar a controlar toda a sua cadeia de valor. Esta foi uma das estratégias do IKEA para fazer face à competitividade do mercado mobiliário.

O IKEA organiza-se de forma planeada em todas as suas atividades ao longo da sua cadeia de valor desde a gestão de florestas ao corte da madeira, ao processamento da mesma até à entrega ao cliente final, como mostra a Figura 5.

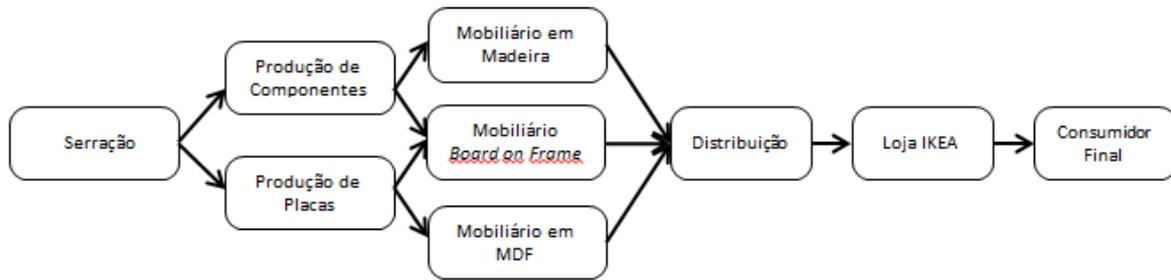


Figura 5 - Cadeia de Valor Ikea *Industry*

3.2.3 IKEA Way of Production

A filosofia de produção implementada no Ikea *Industry* é baseada na filosofia *Lean Production* e denominada de *IKEA Way of Production* (IWOP). Sendo esta definida como uma “estratégia de gestão operacional e uma filosofia de melhoria contínua que vai para além da melhoria da produtividade”.

A IWOP tem com base uma metodologia de trabalho em que para alcançar determinados objetivos (Qualidade, Fiabilidade, Eficiência e Flexibilidade) é necessário ter presente certos conceitos, tais como: o trabalho em equipa, a normalização e a melhoria contínua.

Esta metodologia, ilustrada na Figura 6, está dividida em cinco etapas. Na primeira é pretendido perceber o que o cliente pretende. A segunda etapa consiste em analisar e compreender o processo. A etapa seguinte tem como finalidade estabelecer e simplificar os métodos produtivos. Na quarta etapa o objetivo passa por alterar o paradigma de produção de *Push* para *Pull*. E por último, a quinta etapa, requer o ciclo da melhoria contínua que tem por base a eliminação do desperdício.

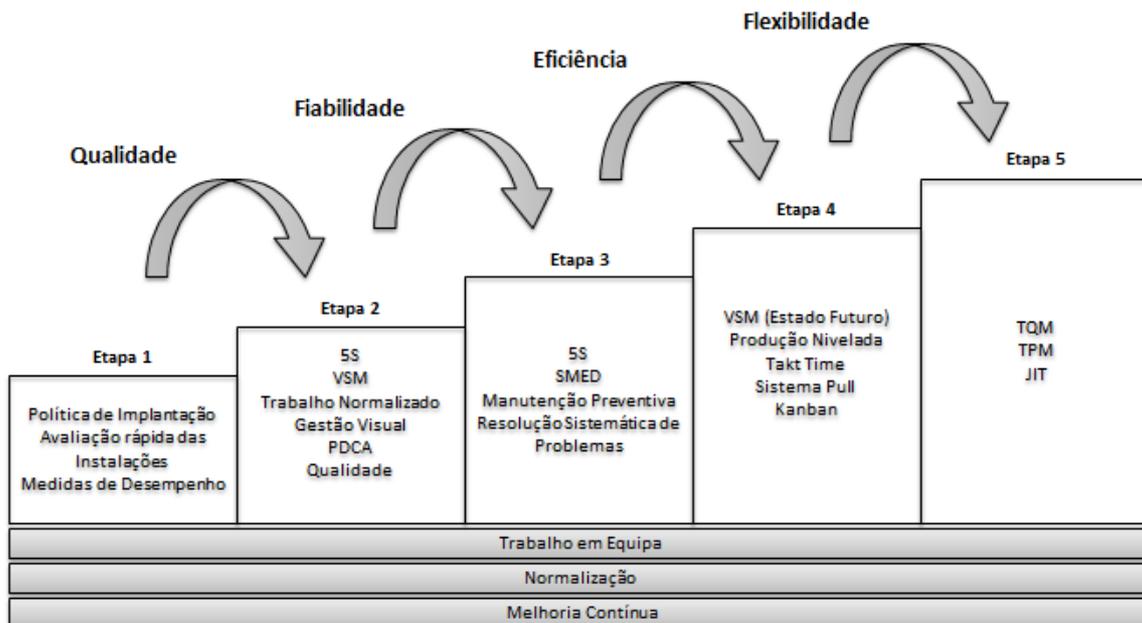


Figura 6 - Metodologia IWOP

3.2.4 Indicadores de desempenho

O IKEA *Industry* definiu um conjunto de indicadores de desempenho a serem avaliados periodicamente com o intuito de poderem ser melhorados, obtendo assim um melhor desempenho global para a organização. Através destes indicadores os responsáveis conseguem perceber a situação atual da organização e com isto delinear futuros objetivos tendo em vista a melhoria contínua.

Estes indicadores são classificados como de natureza financeira e não financeira. O IKEA *Industry* acredita que os indicadores não financeiros são os que possuem uma maior relevância na evolução da organização, pois através destes, os indicadores financeiros são diretamente afetados, daí que o único indicador financeiro avaliado seja o valor da produção (€).

Os indicadores não financeiros são constituídos pela Eficiência, o Absentismo, a Taxa de Avarias, a Sucata, o Retrabalho e as Horas Extraordinárias. Estes são retirados diariamente das linhas de produção e são avaliados por secção em reuniões mensais pela equipa de direção. Dentro destes os que requerem maior foco são a Eficiência e a Sucata. O cálculo da eficiência é determinado pelo produto entre a disponibilidade (horas trabalhadas/horas previstas de trabalho) e performance (total real de output /total previsto de output). A sucata é avaliada em termos percentuais (total de peças de sucata/total de peças produzidas).

3.3 IKEA Industry Portugal

A organização IKEA *Industry* Portugal situa-se no concelho de Paços de Ferreira do distrito do Porto e produz móveis e componentes à base de madeira para todas as lojas IKEA. A empresa está operacional em Portugal desde Outubro de 2007, tendo atuado até Agosto de 2013 com o nome *Swedwood* Portugal.

O IKEA *Industry* Portugal tem em vista a exploração do mercado português e espanhol e é considerado como um ponto geográfico estratégico para a exportação de mobiliário para outros continentes, tais como a Ásia e a América.

Neste momento o *Site* conta com aproximadamente 1500 colaboradores, 130 000 m² de instalações industriais e é composto por dois setores de negócio divididos por duas fábricas: *Board on Frame* (BOF) e *Pigment Furniture Factory* (PFF). Aliado às duas fábricas, existe um armazém, “*Warehouse*” que armazena todos os produtos produzidos. Na Figura 7 encontra-se a implantação da organização.



Figura 7 - Implantação IKEA Industry Portugal

3.3.1 Organização

O IKEA *Industry* Portugal está organizado por vários departamentos, conhecidos por funções suporte de fábrica. Esta estrutura tem como objetivo abranger todas as áreas necessárias para a produção do mobiliário, sendo os seus principais departamentos:

- Financeiro;
- Logística;
- Recursos Humanos;

- Lean & Quality
- Planeamento;
- Produção
- Processos;
- Manutenção.

O organigrama da empresa encontra-se representado na Figura 8.

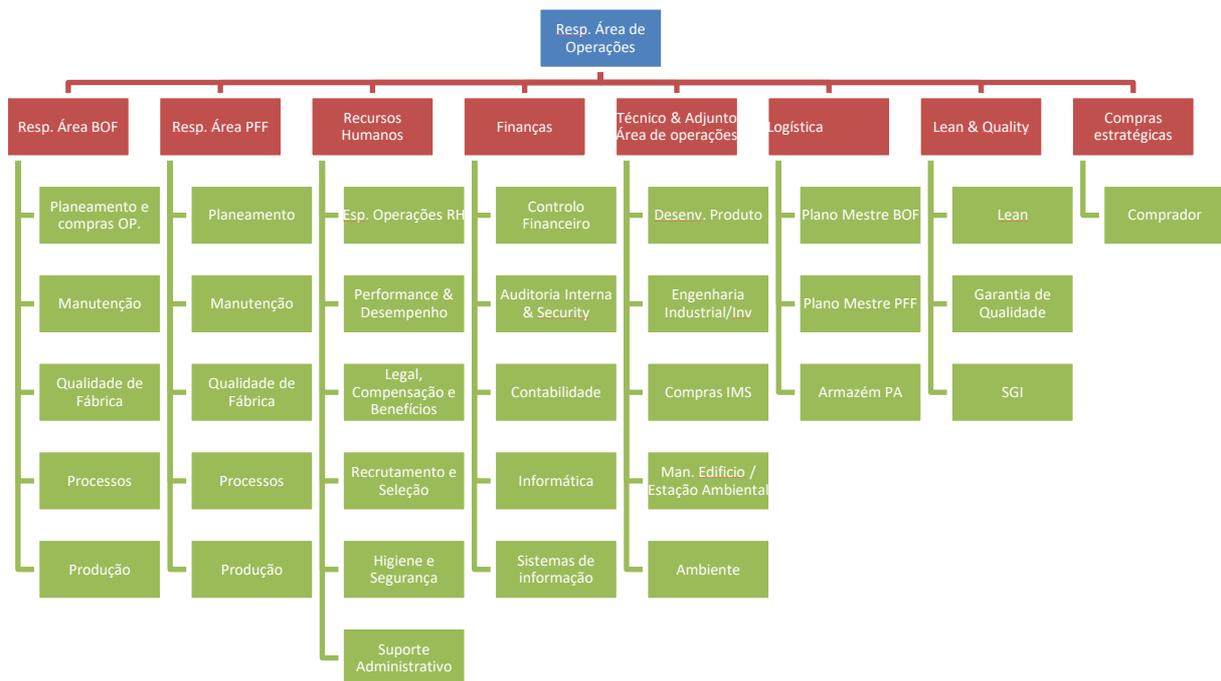


Figura 8 - Organigrama geral IKEA *Industry* Paços de Ferreira

3.3.2 Fábrica BOF

A presente dissertação foi realizada na fábrica BOF, no departamento de Produção. Esta fábrica opera 5 dias por semana, 24h por dia, sendo o horário preenchido por 3 turnos de trabalho.

A fábrica BOF encontra-se dividida por dois grandes fluxos: o fluxo *Lacquering & Print* e o fluxo *Foil*. A principal diferença entre os dois fluxos está no seu processo, enquanto no 1º fluxo as placas de madeira são pintadas, no 2º fluxo é colado um papel de cor (*foil*) em torno das placas de madeira.

3.3.3 Produtos BOF

A BOF está especializada na produção de móveis cuja sua principal característica é a baixa densidade, por exemplo mesas e estantes. Para isso são utilizadas como matérias-primas o aglomerado, *honeycomb* (cartão “favo de abelha”) e HDF, que no seu conjunto originam uma construção do tipo “*sandwich*”. A Figura 9 ilustra algumas das famílias de produtos BOF.



Figura 9 - Exemplos de produtos da fábrica BOF

3.3.4 Layout e Fluxo de Materiais

Como já foi abordado anteriormente, a fábrica encontra-se dividida em dois grandes fluxos. O fluxo *Lacquering & Print* que é constituído por 5 setores, mais concretamente pelo *Cutting, Frames & Coldpress, Edgeband & Drill, Lacquering* e *Packing* e o fluxo Foil, este também constituído por 5 setores, nomeadamente pelo *Cutting, Board on Style, Foil & Wrap, Edgeband & Drill* e *Packing*. Em ambos os fluxos existem 3 áreas em comum, o *Cutting*, o *Packing* e a *Edgeband & Drill*. As duas primeiras são partilhadas pelos dois fluxos e em relação à *Edgeband & Drill* existe uma área em cada um dos fluxos. Na Figura 10 é possível verificar a disposição das áreas no espaço.



Figura 10 - *Layout* fábrica BOF

Além dos produtos BOF, são ainda processados alguns componentes em melanina, um material com maior densidade que atravessa apenas três fases do processo – *Cutting*, *Edgeband & Drill* e *Packing*. Estes componentes têm por norma como destino final prateleiras de estantes ou gavetas de secretárias, devido à sua resistência em relação as placas “*sandwich*”.

Em ambos os fluxos entre cada setor existem *buffers*. Estes *buffers* são compostos por rolos automáticos que têm dois objectivos: transportar e armazenar temporariamente os lotes de semi-produto.

Para ambos os fluxos é realizado um planeamento de acordo com as necessidades do *Packing*, sendo estas necessidades baseadas na previsão de vendas do IKEA.

De modo a melhor entender os fluxos de materiais entre fornecedores, processos e clientes é apresentado, na Figura 11 e Figura 12, os diagramas SIPOC (*Suppliers*, *Input*, *Process*, *Output*, *Costumers*) de cada fluxo.

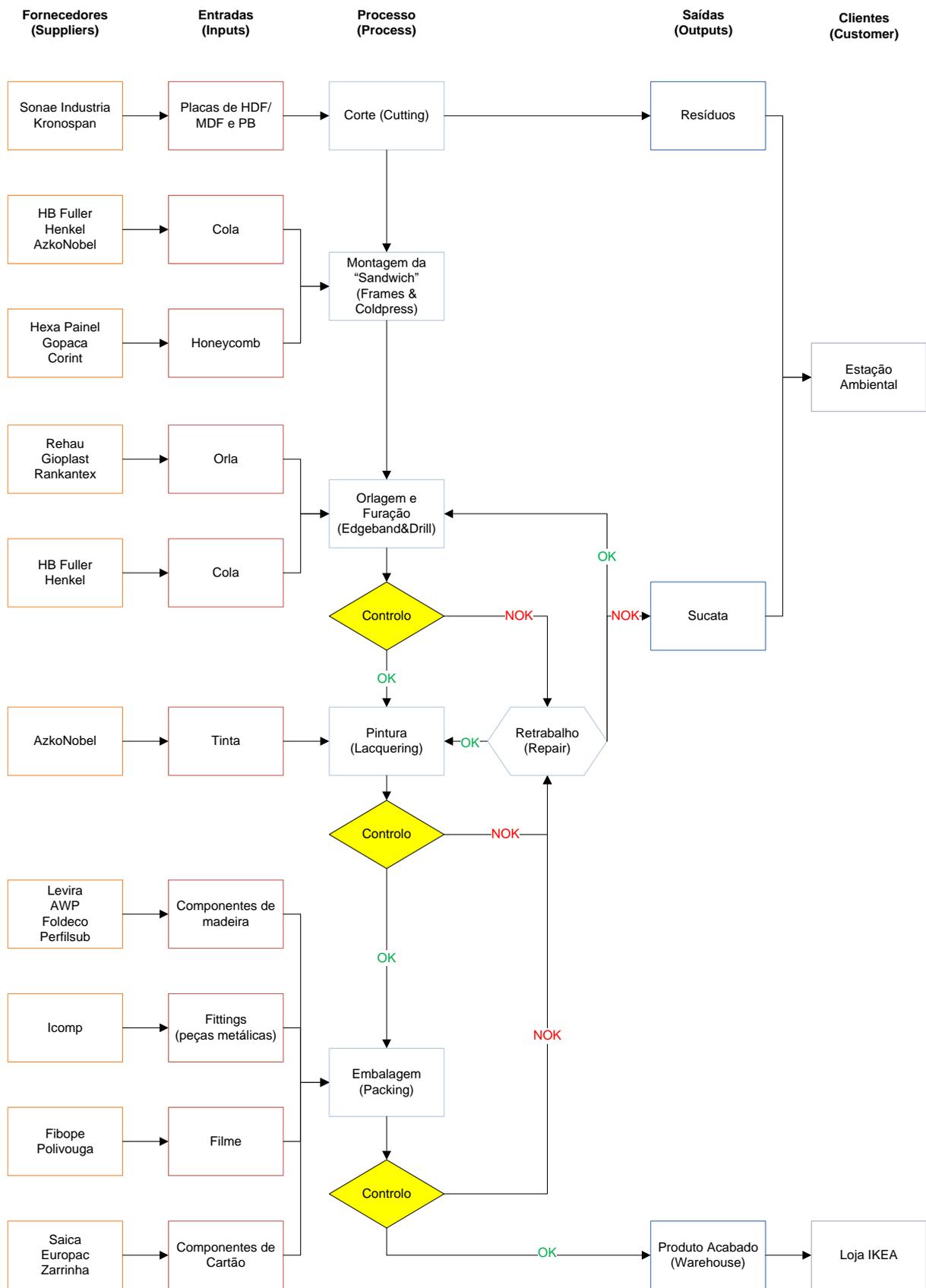


Figura 11 - Diagrama SIPOC fluxo *Lacquer&Print*

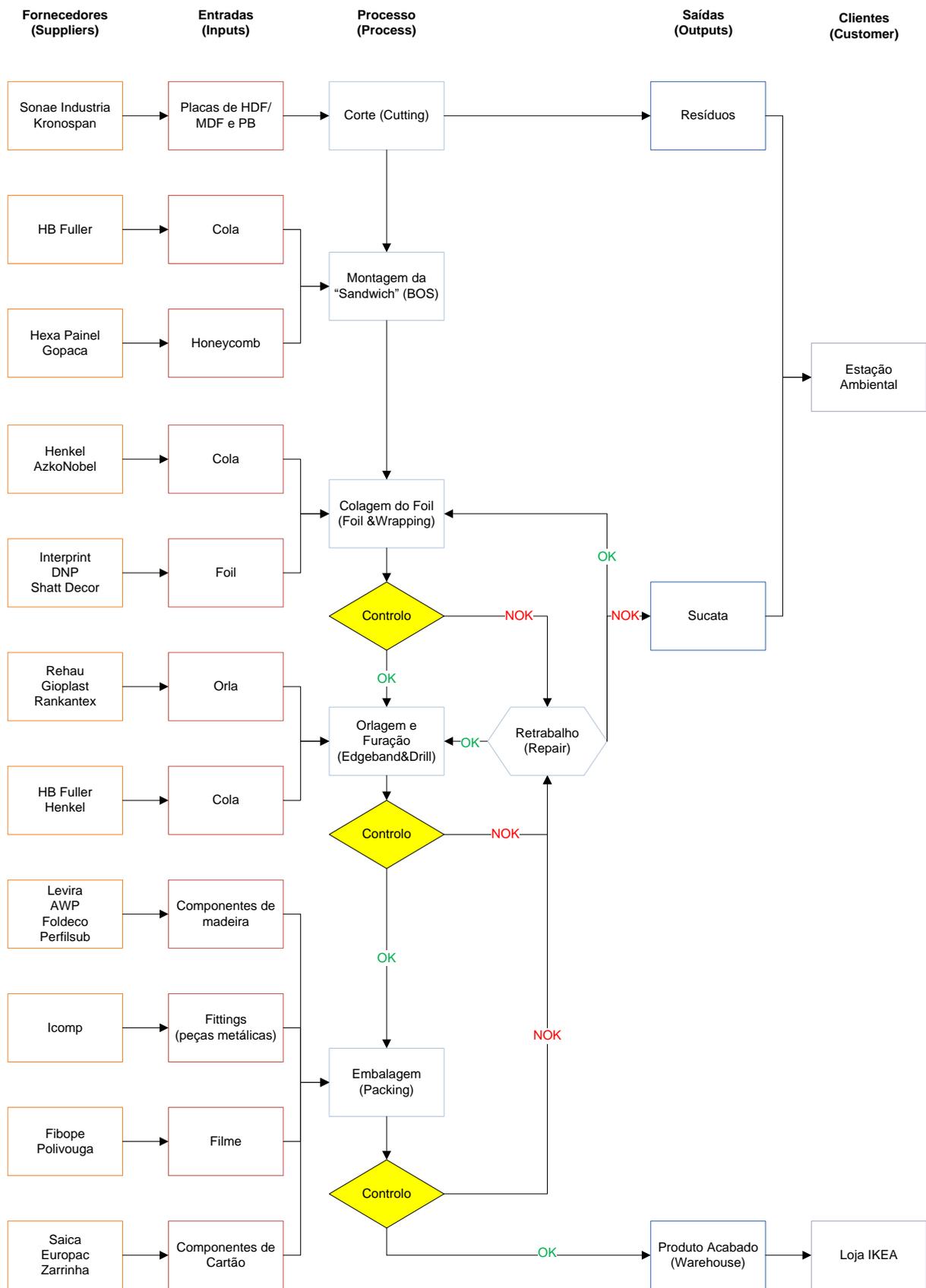


Figura 12 - Diagrama SIPOC fluxo Foil

3.3.5 Fases do processo

Cutting

É nesta área que se inicia o processo produtivo e como o próprio nome indica é responsável pelo corte, neste caso, de placas de madeira.

De acordo com as necessidades são preparadas as placas HDF (*high density fiber*), MDF (*medium density fiber*) e Melamina, segundo um programa de otimização, de modo a minimizar o desperdício. Dependendo da matéria-prima cortada estas seguem diferentes fluxos. As placas HDF são enviadas para a BOS e Coldpress, as placas de MDF são enviadas para os Frames e tal como foi dito anteriormente as placas de melamina seguem diretamente para as Edgeband & Drill.

Frames & Coldpress – L&P

Esta área é responsável pela construção da estrutura da peça.

O seu processo começa pelo corte das placas de MDF abastecidas pelo *Cutting* em forma de ripas e cubos que são colados entre si originando o “esqueleto” da peça que varia consoante o esquema pré-definido.

Assim que o “esqueleto” está montado, é preenchido com *honeycomb*. Este material é de baixa densidade e concede a rigidez necessária para suportar as cargas propícias à sua utilização.

De seguida são coladas as placas de HDF em ambos dos lados da moldura, dando origem à placa denominada “*sandwich*” ou BOF. Para garantir uma consistência duradoura a placa é prensada a frio entre 8 a 10 minutos.

Por fim, os painéis são enviados para um *buffer* onde permanecem 2 horas (tempo de cura).

Edgeband & Drill – L&P

A *Edgeband & Drill* é uma área bastante automatizada e é responsável pela aplicação de orla nas faces laterais das placas e também pela sua furação.

Esta é constituída por 3 linhas de produção bastante semelhantes, sendo que duas delas se dedicam às placas BOF provenientes da área F&CP e outra exclusivamente às placas de melamina provenientes do *Cutting*.

As placas BOF seguem para a próxima fase do processo, ou seja, o *Lacquering*, enquanto as placas de melamina seguem diretamente para o *Packing*.

Lacquering – L&P

Tal como a EB&D, o Lacquering também é uma área bastante automatizada e constituída por 3 linhas de pintura. Duas delas são iguais e, estrategicamente, nunca pintam as mesmas cores em simultâneo.

No final de cada linha há um posto de controlo de qualidade onde as peças são verificadas visualmente pelos operadores de forma a evitar que peças não-conformes sigam para os clientes.

Board on Style - FOIL

O processo desta área assemelha-se à área F&CP, a diferença está na automatização.

A BoS possui duas linhas tecnologicamente semelhantes capazes de realizarem o mesmo processo. Os painéis montados nesta área seguem para a *Foil & Wrap*.

Foil & Wrap - FOIL

Esta é a terceira etapa do fluxo *Foil* e tem como função a colagem do *foil* ao painel. Esta área é composta apenas por uma linha de produção e é considerada o gargalo do fluxo *FOIL*.

O seu processo consiste em inicialmente preparar o painel para posteriormente aplicar um revestimento em *foil*. Após receber o revestimento o painel é cortado em painéis de menor dimensão.

Edgeband & Drill - FOIL

À semelhança da EB&D do fluxo L&P, esta área também é constituída por 3 linhas de produção que realizam a aplicação de orla e a furação.

Para além destas 3 linhas esta área conta com a *Insert Line* que é responsável por aplicar os *nuts* (peças metálicas onde os parafusos irão enroscar).

Após finalizar o processo os painéis seguem para uma *Cloud* (armazém automático) até que sejam necessários no *Packing*.

Ao lado desta área encontra-se a *Repair Area*, que é a área onde se realiza o retrabalho das peças rejeitadas de ambas as EB&D.

Packing

O *Packing* é a fase final de todos os fluxos e é onde se realiza o embalamento dos componentes de cada produto. Esta área é composta por um total de 5 linhas, sendo 2 destas dedicadas ao embalamento do fluxo *L&P* em caixas de cartão, outras 2 dedicadas ao fluxo *Foil* também embaladas

em caixas de cartão e uma última linha dedicada exclusivamente para a embalagem de produtos em plástico. Para além dos produtos BOF e melamina aqui também são inseridos os *fittings*, pernas de mesas, manuais de montagem, etc.

O seu processo varia consoante o produto final e cada componente é colocado manualmente de acordo com as instruções pré-definidas. A ordem pelos quais os componentes são inseridos é um dos aspetos mais importantes a ter em conta. Após embaladas as caixas são seladas, paletizadas e enviadas para o *Warehouse*.

Warehouse

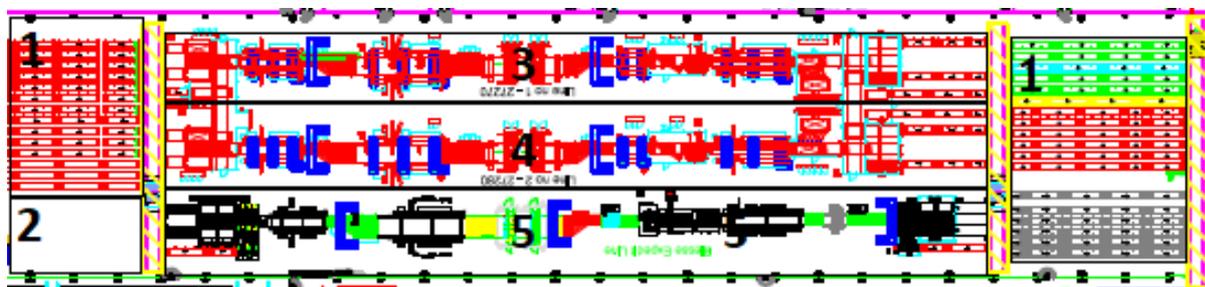
O armazém *Warehouse* é o espaço onde todos os produtos embalados são armazenados antes de serem expedidos diretamente para as lojas IKEA ou para os centros de distribuição. De referir que apesar de não fazer parte do processo produtivo é uma área cuidadosamente gerida de modo otimizar o seu espaço e o fluxo das paletes, bem como garantir um correto controlo do seu inventário, evitando assim ordens de produção desnecessárias.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO ESTADO ATUAL DO SISTEMA

Ao longo deste capítulo será descrito de forma detalhada o processo produtivo das áreas de produção que foi alvo de estudo, bem como o seu processo de abastecimento de matérias-primas, sendo por último realizada uma análise crítica ao sistema de abastecimento de matérias-primas.

4.1 Descrição geral da área *Edgeband & Drill* L&P

Como já foi referido no capítulo anterior a área EB&D do fluxo L&P é responsável pela orlagem e furação dos elementos BOF e melamina. Esta área, representada na Figura 13, é composta por 3 linhas de produção bastante automatizadas denominadas consoante o nome do seu fabricante: a *Homag 1* e *Homag 2* que são muito semelhantes e a *Biesse*. A *Homag 1* é dedicada à produção de elementos em melamina, enquanto a *Homag 2* e a *Biesse* se dedicam aos elementos BOF. Embora as linhas possuam algumas diferenças técnicas, o seu processo é realizado de forma idêntica, ou seja, apesar de estar definido esta distribuição de cargas, as linhas são flexíveis e todas elas têm capacidade para produzir ambos os elementos caso seja necessário. Na área há também um local onde são armazenadas as principais matérias-primas, nomeadamente as bobines de orla e os sacos de cola.



Legenda:

- | | |
|----------------|-------------|
| 1 - Buffers PA | 4 - Homag 2 |
| 2 - Buffer MP | 5 - Biesse |
| 3 - Homag 1 | |

Figura 13 - Layout *Edgeband & Drill* L&P

Os seus operadores estão divididos em 3 equipas de trabalho, A, B e C que operam durante 3 turnos rotativos semanalmente. Cada equipa possui um *Foreman* que tem como responsabilidade liderar 3 *Line Leaders*, que como o próprio nome indica são os responsáveis por cada linha presente na área. Este operador é o mais experiente e como tal, para além de coordenar a sua equipa, auxilia os seus

companheiros nos problemas que forem surgindo. Os restantes operadores foram numerados de 1 a 6 consoante a sua função na linha:

- Operador 1 – este operador é responsável por controlar o lado esquerdo das duas primeiras orladoras;
- Operador 2 – a sua função é exatamente igual à do operador 1 mas do lado direito das orladoras;
- Operador 3 – é o operador responsável pelas duas furadoras;
- Operador 4 – a sua função é controlar a terceira orladora, a *swapper* e a *splitter*;
- Operador 5 – designado por inspetor da qualidade, tem como função controlar por amostragem as produções verificando a sua conformidade em relação aos parâmetros estipulados;
- Operador 6 – o seu posto de trabalho é o RBO OUT, este deve controlar a saída das peças, contar e etiquetar as paletes.

Cada equipa é também composta por mais dois operadores, um responsável por coordenar a *wuwer* de entrada e o RBO IN para as 3 linhas e outro responsável por abastecer a matéria-prima, denominado internamente por *material handler*.

4.1.1 Descrição do sistema produtivo

O processo, representado na Figura 14, inicia-se após a chegada do semi-produto proveniente dos F&CP ou do *Cutting* no caso das melaminas. Nestas áreas, o semi-produto é empilhado em cima de *baseboards* e é transportado através de rolos (*conveyors*) até ao *buffer* de entrada da EB&D.

No fim do *buffer* encontra-se um transportador automático (*wuwer*), que direciona as paletes para as respetivas linhas, sendo que no início de cada uma delas existe um robot de entrada que desempilha as paletes e introduz as peças unitariamente numa primeira orladora que é responsável por realizar uma fresagem fina de modo a aparar os excessos dimensionais da peça, colar a orla em duas das laterais e delinear o seu acabamento. Posteriormente a peça é rodada 90° e atravessa a 2ª orladora que irá realizar o mesmo processo nas duas restantes laterais. A peça roda novamente 90° e passa à próxima fase do processo que é a furação, para tal as linhas contam com duas furadoras, por norma

uma dedicada à furação superior e outra à furação inferior, enquanto a furação horizontal é distribuída pelas duas máquinas.

Após a furação, na maior parte dos casos as peças são cortadas ao meio na *Splitter*, seguindo-se a *Swapper* que as troca de posição e procede-se numa terceira e última orladora, à orlagem das faces originadas pelo corte. Caso a peça não seja cortada as máquinas a jusante da furadora são colocadas em modo de transporte. De modo a diferenciar os dois tipos de processo a empresa categorizou as peças cortadas por peças duplas e as que permanecem com a configuração inicial por peças simples. Na Figura 14 encontra-se um exemplo do percurso de uma peça dupla.

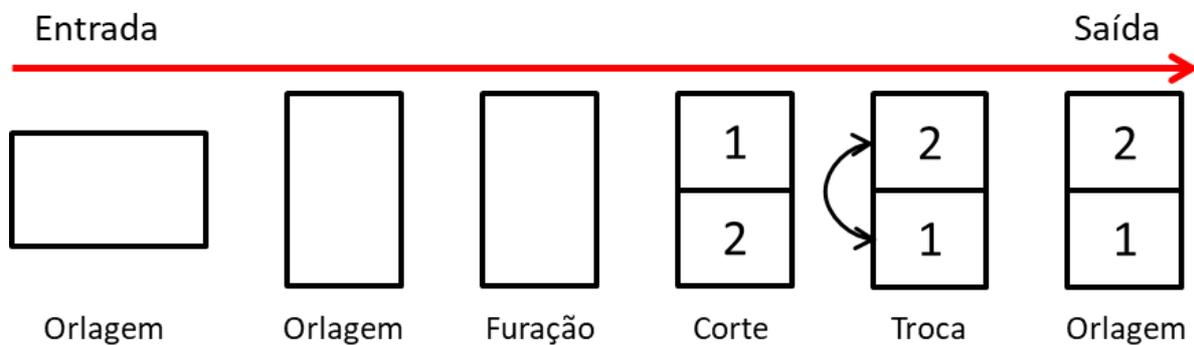


Figura 14 - Percurso de uma peça dupla

A principal diferença entre as linhas, para além de diferenças técnicas, é a existência de uma terceira furadora no final da linha *Biesse* que auxilia as restantes na furação horizontal caso a sua referência careça deste tipo de detalhe.

O processo de transformação da peça fica assim concluído, restando agora, paletizar novamente as peças no robot de saída presente em cada linha. Após a paletização as peças são transportadas para o *buffer* da área seguinte através de uma outra *wuwer*.

4.1.2 Descrição do abastecimento de matérias-primas

No que diz respeito ao abastecimento de matéria-prima, as principais matérias-primas a abastecer nesta área são as fitas de orla e cola, necessárias no processo de orlagem.

A fita de orla (Figura 15) é entregue pelos fornecedores em forma de bobines que estão empilhadas umas sobre as outras em paletes de 800x800 mm, sendo que a sua altura varia de referência para referência, mas nunca ultrapassa os 1420 mm. Existem orlas com espessuras de 0,55, 1 e 1,5 mm e

larguras entre os 15 e os 53mm, combinando os valores de espessura e largura. A orla também difere na cor consoante a pretendida para o produto final.

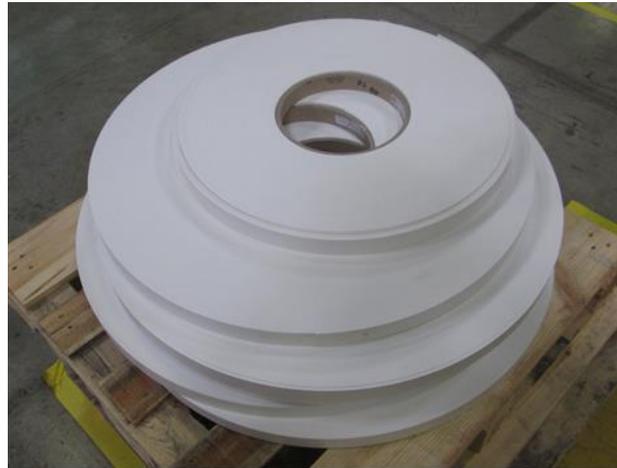


Figura 15 - Bobines de fita de orla

Em relação às colas (Figura 16), todas as referências são entregues em paletes de 2000x1000mm apesar de haver mais que um fornecedor e a sua embalagem é feita ou em sacos de cartão que contêm 25Kg ou em latas de 20kg. Por norma as paletes contêm 40 sacos ou 36 latas, mas estas quantidades podem oscilar.



Figura 16 - Exemplos de sacos (a) e latas (b) de cola

O fluxo das orlas e colas, representado na Figura 17, é semelhante, isto é, ambas são descarregadas no cais de descarga do corte e armazenadas num armazém dedicado apenas a estas duas matérias-primas situado nesta mesma área. O transporte da matéria-prima do armazém até à EB&D era realizado pelo *material handler* da respetiva área. Dependendo da urgência, as paletes seguiam para o *buffer* da área ou diretamente para uma zona no bordo da respetiva linha. A unidade de transporte era sempre a paleta e a operação era realizada com recurso a um *stacker*.

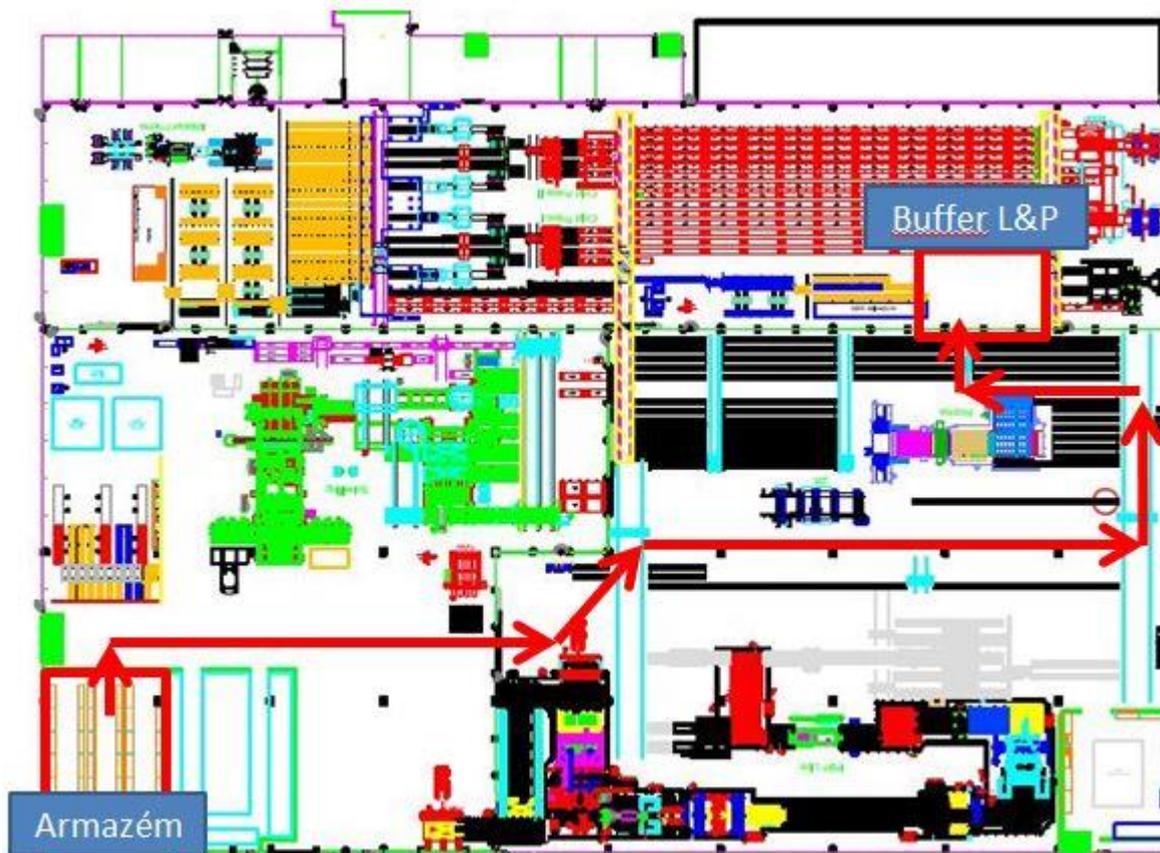


Figura 17 - Fluxo de orlas e colas L&P

Após a paleta estar na linha cada operador responsável pelas orladoras tinha de se deslocar ao local onde o *material handler* colocava as paletes e pegar na quantidade que pretendia para abastecer a máquina. Todas as máquinas são compostas por dois carregadores com capacidade para duas bobines de orla, que efetuam automaticamente a sua troca assim que uma é totalmente consumida, evitando paragens de linha devido ao abastecimento. As colas são abastecidas num recipiente próprio para o efeito, em que à medida que é consumida transmite através de sinais luminosos a necessidade de abastecimento. A área é composta por 9 orladoras que necessitavam de ser abastecidas de ambos os lados, perfazendo um total de 18 postos de trabalhos a abastecer.

Outros materiais, tais como líquidos e brocas para a furação são abastecidos diariamente pela secção de Manutenção às linhas.

4.2 Descrição geral da área *Edgeband & Drill Foil*

A EB&D do fluxo *Foil* é a quarta área produtiva do fluxo e tal como a EB&D do fluxo L&P é responsável pela orlagem e furação dos elementos BOF provenientes da área F&W. O seu processo e organização é

praticamente idêntico à EB&D da L&P, como tal será dispensável descrevê-la de forma detalhada novamente. Serão apenas abordado os aspectos de maior relevância para o projeto.

Esta área, representada na Figura 18, é constituída por 4 linhas, classificadas internamente de 1 a 4, que operam em 2 turnos e por uma Cloud que armazena temporariamente o produto acabado desta área. As 3 primeiras são dedicadas a orlagem e furação das peças enquanto a linha 4 é responsável pela inserção de *nuts* nos semi-produtos *bottom*.

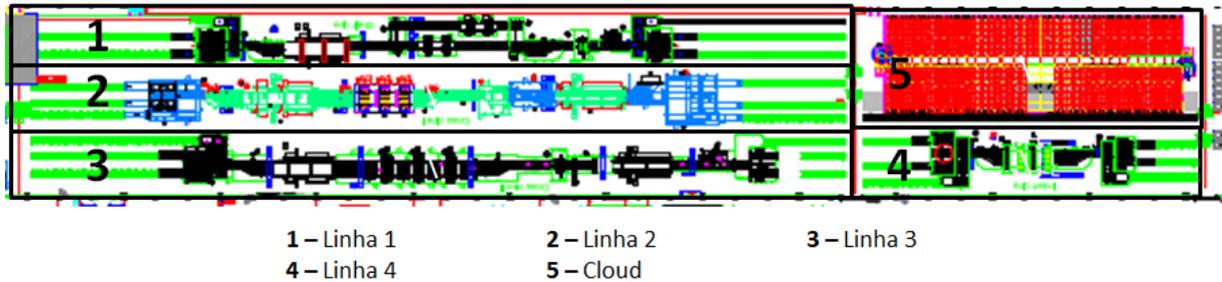


Figura 18 - *Layout Edgeband & Drill FOIL*

A matéria-prima, ao contrário da EB&D do fluxo L&P, não é armazenada num *buffer* único para as 3 linhas, as paletes de orla e a cola são armazenadas pelo *material handler* da área em *buffers* que se situam no início de cada linha.

4.2.1 Descrição do sistema produtivo

Após a secção de F&W as peças estão prontas para orlagem e furação. O processo de transformação é idêntico nas linhas 1, 2 e 3, mas as suas capacidades de transformação diferem devido principalmente há quantidades de máquinas em cada linha.

O processo da linha 1 é considerado o processo mais básico. Esta é constituída por apenas uma orladora ao início da linha, ou seja, apenas é capaz de orlar 2 laterais da peça, o que significa que apenas os semi-produtos com estas características são aqui produzidos. Um aspecto único nesta linha é a presença de 4 furadoras após a orlagem. A linha dois por outro lado é composta por duas orladoras, uma no início da linha e outra no final e 3 furadoras dispostas em série. Por último, a linha 3 assemelha-se à linha 2 sendo a única diferença a presença de duas orladoras no início.

O processo da linha 4 é um pouco diferente das restantes. Esta linha realiza furações verticais nos componentes *bottom* onde posteriormente através de pistolas de ar comprimido os *nuts* são inseridos

nos furos feitos pela furadora. Após o processo estar concluído, as peças seguem ou para a *cloud* ou diretamente para o *Packing*.

Tal como acontece na L&P as peças que são cortadas durante o processo são categorizadas como peças duplas e as restantes por peças simples.

4.2.2 Descrição do abastecimento de matérias-primas

O abastecimento a esta área era realizado por 2 *material handlers*, um por cada turno de trabalho, e a sua função é abastecer a área com as principais matérias-primas, isto é, bobines de orla e cola a serem utilizadas em cada orladora.

Devido à falta de espaço na área não existia um *buffer* comum às 3 linhas de orlagem e furação e os materiais eram armazenados no bordo da respetiva linha. Os *material handlers* deslocam-se ao armazém e transportam as paletes para a entrada de cada linha consoante as necessidades da produção (Figura 19). Após a linha estar abastecida os operadores deslocavam-se ao local de armazenamento e transportavam manualmente o material que pretendiam para abastecer as máquinas.

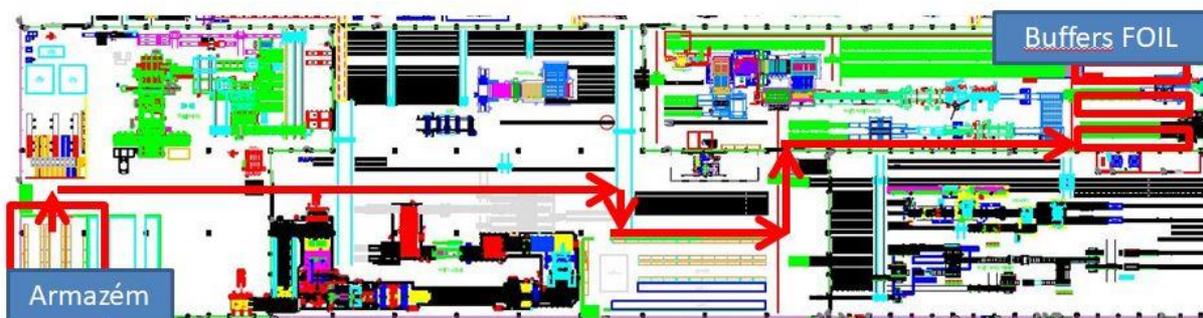


Figura 19 - Fluxo de orla e cola FOIL

4.3 Análise crítica ao sistema de abastecimento de orla e cola

No início do projeto, verificou-se que o processo de abastecimento de orla e cola a ambas as EB&D tinha várias lacunas e apresentava diversos desperdícios. De forma a melhor compreender as causas dos problemas no sistema de abastecimento interno destas matérias-primas, procedeu-se à construção de um diagrama espinha de peixe (*Ishikawa*), representado na Figura 20.

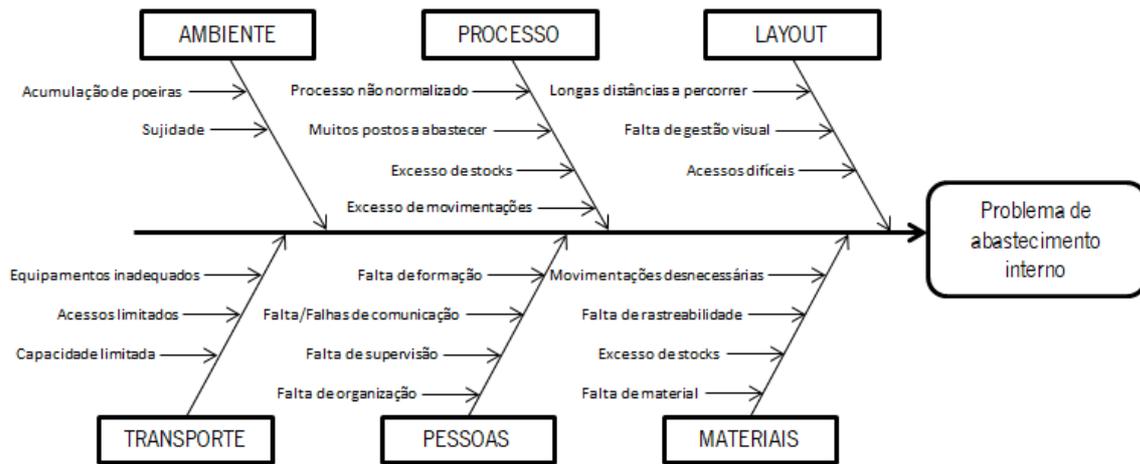


Figura 20 - Diagrama de *Ishikawa* relativo ao problema de abastecimento interno

Após análise do diagrama, concluiu-se que as principais causas do problema de abastecimento eram os meios de transporte utilizados, a falta de normalização do processo e falta de gestão visual.

Em relação ao meio de transporte, como o *stacker* só consegue transportar, no máximo, duas paletes por viagem, sendo esta a unidade de transporte, o percurso entre o armazém do Corte e a EB&D era realizada várias vezes. Como tal, o colaborador responsável pelo abastecimento às linhas perdia a maior parte do seu tempo nestas deslocações, fazendo com que a sua disponibilidade para abastecer as linhas fosse reduzida. Por sua vez, para evitar paragens de linha, os operadores das orladoras frequentemente deslocavam-se ao *buffer* e transportavam a matéria-prima para o seu posto manualmente ou através de um porta-paletes. Como consequência os *stocks* presentes nos bordos da linha e *buffers* eram excessivos como se pode visualizar na Figura 21.



Figura 21 - *Stock* de cola (a) e orla (b) no bordo de linha

Apesar das grandes quantidades de *stock* presentes nas linhas e nos *buffers*, nem todas as referências se encontravam na área produtiva. Nesse sentido, se ocorresse alguma alteração repentina no planeamento de produção, os colaboradores encarregues de reaprovisionar a matéria-prima às linhas não tinham capacidade de resposta.

Este abastecimento de matéria-prima era realizado com base no plano de produção, definido e entregue pelo Departamento de Planeamento ao respetivo *material handler*, no início de cada turno de produção. Este plano era dividido por linha e continha as referências de semi-produto a produzir em cada uma das linhas com um horizonte semanal. Nestes planos de produção estavam também detalhadas as dimensões de cada semi-produto e a respetiva quantidade a produzir. Todavia, estes planos de produção não apresentavam as quantidades das referências de matéria-prima (orla e cola) necessárias para o fabrico de cada semi-produto. Nesse sentido, as quantidades de abastecimento de matéria-prima não seguiam um processo normalizado estando este dependente da decisão individual de cada um dos colaboradores responsáveis por esta operação.

Os *buffers* de ambas as áreas não se encontravam devidamente organizados e não possuíam uma gestão visual adequada. As paletes eram armazenadas consoante o espaço disponível o que originava perdas de tempo na procura da referência que pretendiam e noutros casos como se encontravam escondidas levavam ao operador a reabastecer-se quando na realidade as quantidades que necessitavam já estavam presentes na área (Figura 22).

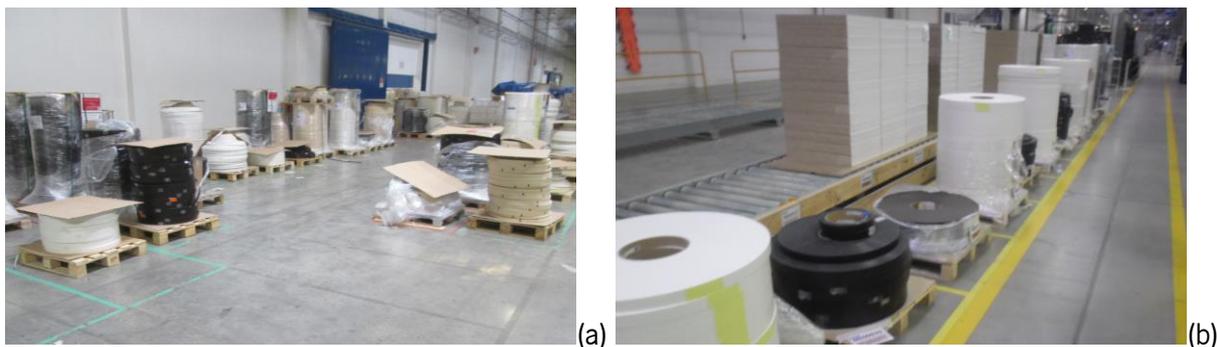


Figura 22 - *Buffer* matéria-prima EB&D L&P (a) EB&D Foil (b)

Reconhecendo todos os desperdícios presentes no abastecimento de matéria-prima a estas áreas era necessário dimensionar um sistema de abastecimento normalizado, capaz de abastecer mais que um material em simultâneo, com entregas de acordo com as necessidades de cada posto, adaptável ao *layout* das áreas e ao mesmo tempo flexível. Neste sentido e no seguimento da filosofia IWOP decidiu-se por implementar um sistema adaptado à realidade atual da empresa baseado na aplicação de um *Mizusumashi*.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Com base na análise realizada ao sistema de abastecimento às áreas EB&D neste capítulo serão apresentadas as propostas de melhoria face aos problemas encontrados. Assim, o capítulo inicia-se com a descrição do sistema de abastecimento de orlas e colas. Segue-se a definição de um supermercado comum para ambas as EB&D, capaz de conter todas as referências à sua disposição (orla e cola), sendo o seu abastecimento realizado através de sistemas *Kanban* de modo a controlar o fluxo de materiais e informação entre o supermercado e o armazém. Por último será apresentado o comboio logístico, definindo as tarefas do operador logístico, a rota e os pontos de paragens e todas as estruturas necessárias para o seu funcionamento.

5.1 Sistema de abastecimento de orla e cola

O primeiro passo foi definir o local que serviria de supermercado, sendo o *buffer* de matéria-prima da L&P considerado o local ideal, tanto pela área disponível como pela sua proximidade às linhas que mais orla e cola consomem bem como ao armazém de matéria-prima. Para além do local foi estabelecido que a reposição de materiais às linhas seria realizada de uma em uma hora e que seriam criados pequenos *buffers* ao lado de cada máquina onde as referências a consumir no momento seriam abastecidas, sendo que o abastecimento passaria a ser feito em unidades de matéria-prima em vez das atuais paletes.

Com os principais parâmetros definidos, o próximo passo seria analisar as necessidades de orla e cola para cada referência de semiproduto em cada máquina. Para o cálculo das necessidades de orla por lado da máquina, equação (1), foi utilizada a cadência de produção por peça em cada linha, bem como as dimensões da própria peça. A cadência de produção é conhecida, denominada internamente por NPC, e é expressa pelo número de peças produzidas por hora. No caso das dimensões da peça foi acrescentada uma margem de 10 mm a cada face orlada, valor este que se crê ser aproximado ao desperdício real durante o processo de orlagem. Através da multiplicação do número de peças produzidas por hora, considerando uma eficiência de 100%, pelo comprimento orlado em cada face da peça obteve-se o comprimento total de orla necessário em cada face orlada relativo a uma hora de produção. Dividindo este valor pelo comprimento das bobines resulta a quantidade de bobines necessárias por hora. A este valor definiu-se que inicialmente seria acrescentada uma margem de 10% e que seria arredondado à unidade por excesso, pois durante o processo há desperdícios, *rework* e

também para colmatar possíveis quebras no fornecimento devido a algum imprevisto (avarias nas *wuwer*, atrasos nas tarefas tanto dos operadores do armazém como do supermercado).

$$\text{Consumo de orla por hora (Bobines/h)} = \frac{NPC \times (\text{Comprimento face orlada (m)} + 0.01)}{\text{Metros por Bobine}} \times 1.1$$

(1)

Relativamente às colas, a gramagem total consumida por peça é conhecida, mas este valor é insuficiente para saber o consumo de cola em cada lado da máquina orlada. Deste modo, para o cálculo do consumo de cola por lado da máquina, equação (2), dividiu-se a gramagem por peça pelos metros de orla consumidos e multiplicou-se pelo comprimento da face orlada. Tal como nas orlas a este ultimo valor foi acrescentada uma margem de 10% pelos mesmos motivos. Assim foi possível obter um valor razoável do consumo de cola por cada lado da máquina.

$$\text{Consumo de cola por hora (kg/h)} = \frac{\text{Gramagem peça (kg)}}{\text{Metros orlados (m)}} \times \text{face orlada (m)} \times NPC \times 1.1$$

(2)

A partir dos cálculos efetuados foi possível dimensionar o abastecimento para cada matéria-prima. No caso das orlas, continuaria a ser o plano de produção entregue pelo Departamento de Planeamento a despoletar as ordens de abastecimento. Mas como neste plano não continha as necessidades de matéria-prima por período de tempo, foram criadas folhas de parâmetros específicas para cada linha (Figura 23).

Fábrica: FOIL		Folha de Parâmetros de Abastecimento de Orlas				IKEA Industry Paços de Ferreira
Linha: 1		Produto	Referência	Orladora 1 Ref. Orla	Qtd / Posto Orl. 1B	Peças / Hora
Besta	Besta - Shelf 02 - 562x356 - BB2	S024BTEBSH02BB2	M0008434	3	3600	
	Besta - Shelf 02 - 562x356 - GRY	S024BTEBSH02GY1	M0008450	3	3600	
	Besta - Shelf 02 - 562x356 - WH2	S024BTEBSH02WH2	M0003407	3	3600	
Kallax	Kallax - Partition 01 - 77x77/147 147x147 - WH2	S023KXEBPT01WH2	M0011022	2	1200	
	Kallax - Partition 01 - 77x77/147 147x147 - BB2	S023KXEBPT01BB2	M0008437	2	1200	
	Kallax - Partition 02 - 42x147 - BB2	S023KXEBPT02BB2	M0008437	2	1200	
Micke	Micke Addon - Shelf 03 - 105x65 - BB2	S023MKEBSH03BB2	M0001255	2	3000	
	Micke Addon - Shelf 03 - 105x65 - WH2	S023MKEBSH03WH2	M0003525	2	3000	
	Micke Desk - Shelf 01 - 105x50 - BB2	S023MKEBSH01BB2	M0001255	2	1560	
	Micke Desk - Shelf 01 - 105x50 - WH2	S023MKEBSH01WH2	M0003525	3	1560	
Stuva	Stuva - Shelf 17 - 56x26 - WH2	S024STEBSH17WH2	M0003407	1	1920	
	Stuva - Shelf 18 - 56x45 - WH2	S024STEBSH18WH2	M0003407	2	1920	

Impresso em teste

Página 1 de 1

Figura 23 - Exemplo de uma folha de parâmetros de abastecimento de orlas

Através destes documentos o operador logístico sabia qual era a ordem de produção por linha, as referências de orla a abastecer e as respetivas quantidades. Esta informação tal como as horas previstas de *setup*, que podiam ser consultadas nos quadros electrónicos da respetiva linha, era inserida numa *checklist* de abastecimento, representada na Figura 24, permitindo ao operador consultar rapidamente toda a informação relevante para o bom funcionamento do abastecimento.

Área	Linha	Referência em Produção			Próxima Referência			Hora Prevista De Setup
		Referência/Quantidade de Orla						
		Orladora 1	Orladora 2	Orladora 3	Orladora 1	Orladora 2	Orladora 3	
EB&D	1							
	2							
	3							
FOIL	1							
	2							
	3							

Impresso em Teste

Figura 24 - *Checklist* de abastecimento de orlas

No caso das colas, uma vez que existiam apenas 4 referências, a estratégia definida internamente foi de criar “minimercados” espalhados pelas linhas com *stock* suficiente para um turno de trabalho de cada referência. Estes minimercados funcionariam através de um sistema de *stock* máximo e mínimo e a informação era transmitida por *Kanbans* (Figura 25).



Figura 25 - Exemplo de *Kanban* de colas

Ou seja, quando o *stock* mínimo era atingido o operador de produção colocava o respetivo *Kanban* num disco de pedidos elaborado para o efeito e sinalizava (Figura 26). Desta forma, assim que o operador logístico passasse nesse posto levantava o *Kanban* e procedia com a reposição da matéria-prima em questão na viagem seguinte.

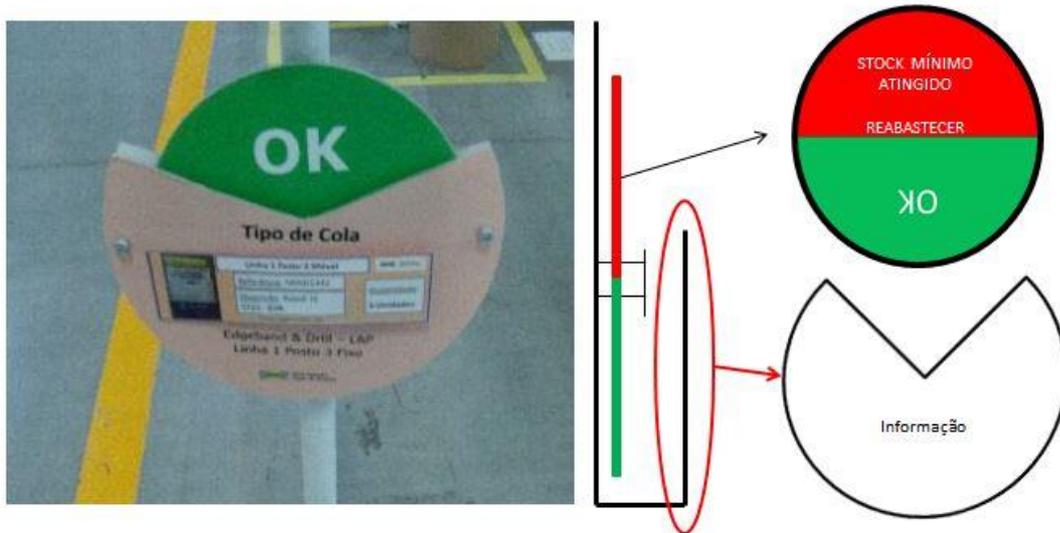


Figura 26 - Disco de pedidos de cola

O valor do *stock* máximo de cada referência por máquina foi calculado através média de consumo de cola por turno em cada máquina relativo ao histórico de produção de cada linha nos últimos 2 meses, e o *stock* mínimo foi definido através das peças com consumo mais elevado para uma hora de produção.

5.2 Dimensionamento do Supermercado Comum

Para que um sistema de abastecimento interno normalizado funcione corretamente é necessário organizar as matérias-primas a abastecer.

Numa fase inicial definiu-se os valores máximos necessários a colocar no supermercado através da média do consumo por turno em paletes por referência relativamente aos dois últimos meses de produção. E os valores mínimos através das quantidades necessárias para uma hora de produção, que corresponde ao período de tempo previsto para o abastecimento do supermercado. Com os valores obtidos foi possível perceber as quantidades necessárias de orla e cola a alocar no supermercado. Tendo sempre em consideração o espaço disponível e que era pretendido ter todos os materiais ao nível do chão, os valores máximos tiveram de ser ajustados.

De modo a que o comboio se mova com facilidade dentro do supermercado, pois ao contrário dos empilhadores o comboio só anda num sentido, seria necessária a existência de dois corredores com o espaço suficiente para que este circule entre eles e lhe permita passar por todas as localizações. No entanto, para além das paletes de orla de cola, era necessário alocar um ecoponto para colocar os

cartões e plásticos provenientes do desembalamento bem como um local para as paletes vazias que seriam recolhidas pelo operador do armazém na sua viagem de regresso após o abastecimento do supermercado. Por fim, uma vez que os corredores do supermercado não tinham largura suficiente para que o empilhador, utilizado pelo operador do armazém para abastecer o supermercado, conseguisse abastecer as referências nas respetivas localizações, foi definida uma área para o efeito. Desta forma, o operador do armazém abastecia sempre nesta área, sendo da responsabilidade do operador do comboio logístico fazer a arrumação das paletes para a sua localização com o recurso a um porta-paletes manual. Tendo em conta estes parâmetros foi possível definir a estrutura do *layout* inicial, que se pode ver na Figura 27.

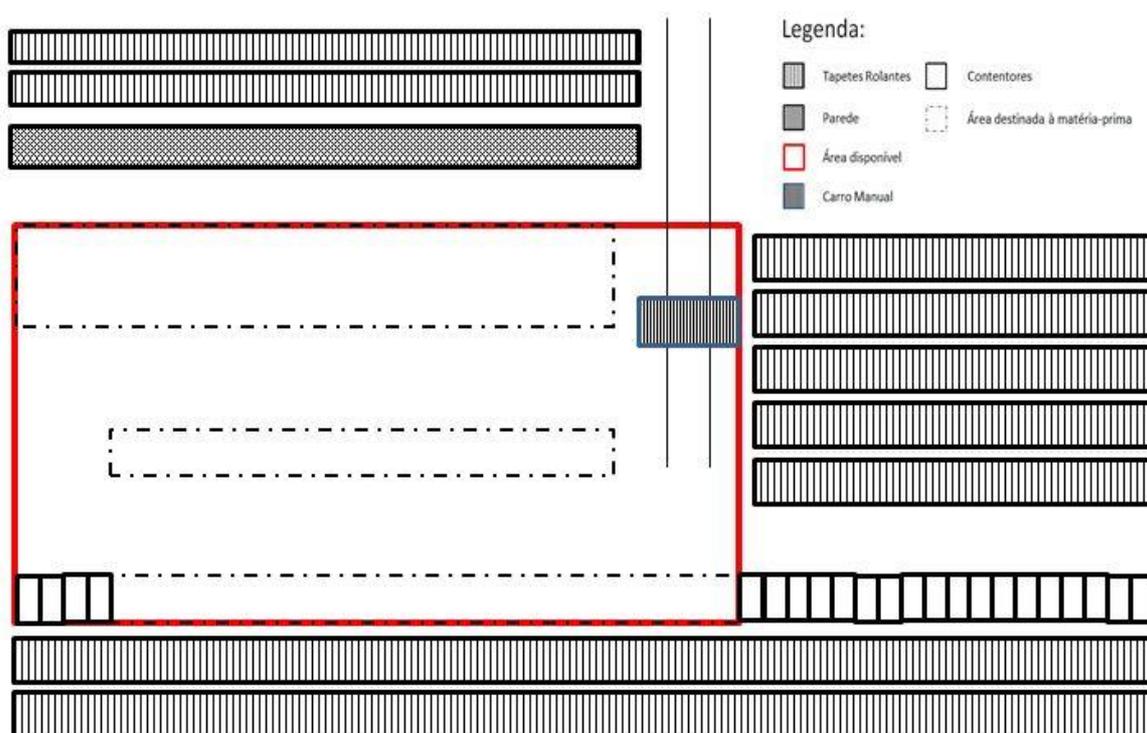


Figura 27 - Estrutura do *layout* inicial do supermercado

Nesta fase, faltava apenas alocar os materiais e, com o intuito de englobar os operadores no projeto, determinou-se em conjunto com os operadores responsáveis pelo abastecimento as regras de como seria a disposição das paletes no supermercado. Em relação às colas, definiu-se que ficariam separadas consoante a área. Para as orlas, ficou definido que um corredor seria destinado às referências de maior consumo e os restantes às de menor consumo sendo a sua disposição consoante a espessura da orla e considerando que nunca poderiam estar dispostas duas referências de orla da

mesma cor uma ao lado da outra para evitar possíveis erros. Tendo em conta todos os fatores, foi possível desenvolver o *layout* do supermercado, que pode ser observado na Figura 28.

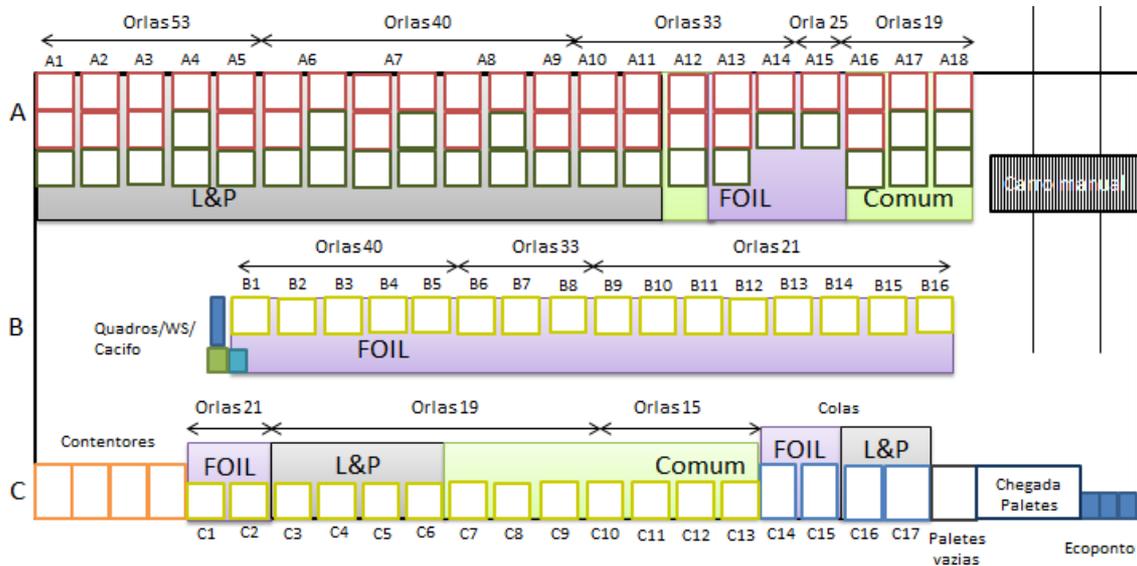


Figura 28 - *Layout* final do supermercado

Na Figura 29, encontra-se o *layout* com as respectivas referências por localização.

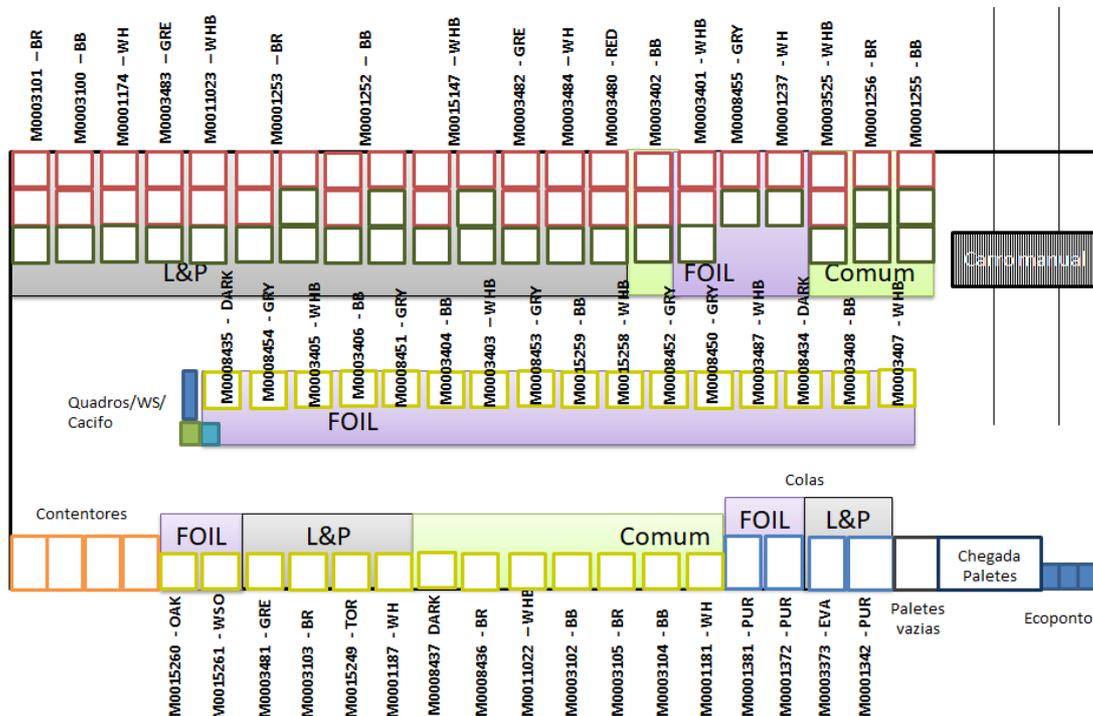


Figura 29 - Referências por localização

Definido o *layout*, procedeu-se à implementação de algumas técnicas de gestão visual para aumentar a eficiência e eficácia das operações do supermercado. Inicialmente marcou-se no pavimento as áreas

destinadas ao armazenamento. Para tal recorreu-se às cores vermelhas, verde e amarela. A cor vermelha e verde foram apenas utilizadas no corredor A pelo facto de haver mais que uma palete por referência, sendo que a cor vermelha significava que a referência tinha atingido o *stock* mínimo enquanto a verde correspondia a que o *stock* estava ok. Nos corredores B e C como eram compostos apenas por uma paleta por referência e os *stocks* mínimos eram definidos por bobines e não paletes, utilizou-se a cor amarela. Com o pavimento marcado seguiu-se a alocação e identificação da matéria-prima mencionando as referências, o descritivo e o *stock* mínimo e máximo. Foi também atribuída uma cor a cada identificador para o operador facilmente perceber a que área se destinava a respetiva referência, sendo a cor roxo matéria-prima dedicada exclusivamente às linhas FOIL, a cor branca dedicada às linhas L&P e a cor verde para as referências comuns a ambas as áreas (Figura 30)

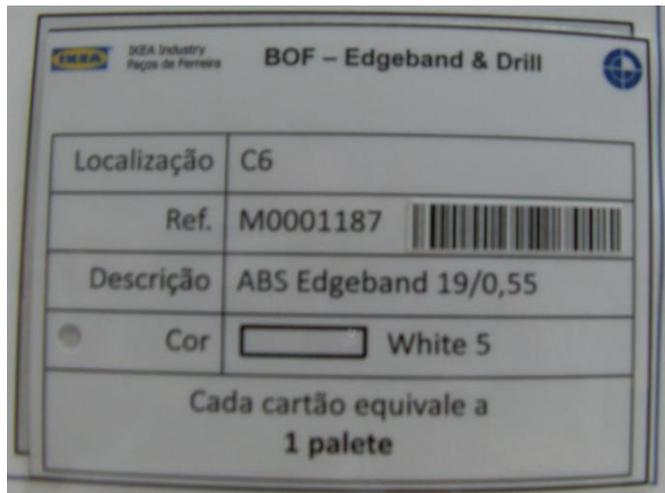


Figura 30 - Exemplo de um identificador de uma referência comum

O próximo passo seria promover a ligação entre o armazém e o supermercado, bem como controlar o fluxo de materiais entre ambos. Foi então criado um cartão *kanban* para cada referência que representava o valor do *stock* mínimo, ou seja, assim que o *stock* mínimo é atingido o operador do comboio logístico pega no cartão *Kanban* da respetiva referência e coloca-o no quadro de pedidos de matéria-prima (Figura 31). Este é levantado pelo operador do armazém de hora em hora que entrega as paletes com o respetivo *Kanban*.



(a)



(b)

Figura 31 - Quadro de pedidos *Kanban* (a) e exemplo de *Kanban* (b)

Os cartões *Kanban* estão presos por velcro à folha de identificação da referência e contêm toda a informação necessária, tais como referência, descritivo, cor, quantidade e localização do supermercado. É composto também pelo código de barras que serve para o operador do armazém ler e consultar no sistema informático a sua localização no armazém.

O quadro de pedidos situa-se à entrada do supermercado e é neste que são colocados os *Kanbans* consoante a urgência do pedido. Nos casos de ruptura de *stock* em armazém o *kanban* é colocado nos pedidos pendentes, desta forma informa o operador do supermercado da situação que por sua vez transmite aos responsáveis de produção e ao departamento de planeamento, caso haja necessidade dessa referência no plano semanal para estes poderem intervir antecipadamente.

Para a passagem de informação entre turnos foi criado um quadro de passagem de informação, que pode ser visto na Figura 32. Este quadro contém as referências em produção e as próximas referências a produzir, bem como o tempo previsto de *set-up* que podia ser consultado nos quadros electrónicos, *andon*, das respetivas linhas.

Linha	Referências		Próximas Referências		Hora Prevista de Setup
	Orla	Cola	Orla	Cola	
Linha 1	L&P M0003486	M0001341	M0001255	M000038	19h00
	FOIL M0008437	M0001372	M0003525		22h30
Linha 2	L&P M0003100	M0001342			19h45
	FOIL M0003407	M0001255	M0001255		21h00
Linha 3	L&P M0001252	M0001342	M0003101		19h00
	FOIL M0001252	M0001342	M0003101		23h00

Figura 32 - Quadro de passagem de informação

5.3 Dimensionamento do Comboio Logístico

Com a definição do Supermercado, a etapa seguinte seria o dimensionamento do comboio logístico que seria responsável pela movimentação de matéria-prima entre o Supermercado e o bordo de linha e, pela recolha de toda a informação necessária a um abastecimento eficaz. O comboio teria de ser capaz de abastecer 30 postos de trabalho de orla e cola, sendo 18 postos referentes à EB&D da L&P e 12 postos à EB&D da FOIL.

5.3.1 Tarefas e tempos

Para averiguar a viabilidade de um comboio logístico, realizou-se uma lista com todas as tarefas necessárias ao abastecimento e fez-se uma estimativa dos seus tempos. As tarefas foram divididas em 3 tipos: arranque, execução e fecho. Apesar de as tarefas de arranque e fecho serem simultâneas nas trocas de turno e se realizarem apenas uma vez por turno, foram contabilizadas nas tarefas cíclicas de execução. Segue na Tabela 1 as respetivas tarefas e o tempo estimado de cada uma.

Tabela 1 - Tarefas do operador logístico e tempos estimados

Tarefa	Descrição	Tipo	Tempo da atividade	Tempo acumulado
1	Consultar o quadro de passagem de informação e o estado do plano de produção	Arranque	1 min	1 min
2	Consultar o Plano de Produção e a folha de parâmetros de abastecimento de orlas e se necessário preencher a <i>check-list</i> de abastecimento de orlas	Execução	4 min	5 min
3	Verificar zona de chegada de paletes e caso necessário arrumar paletes nas respetivas localizações	Execução	4 min	9 min
4	Verificar quantidades de orla e cola presentes no supermercado e recolher os <i>kanbans</i> das referências que atingiram o <i>stock</i> mínimo e colocar no quadro de pedidos	Execução	1 min	10 min
5	Consultar <i>check-list</i> de abastecimento de orla e <i>kanbans</i> de cola e preparar os vagões com as respetivas quantidades para o abastecimento a cada posto	Execução	10 min	20 min
6	Efetuar rota de abastecimento L&P, abastecer postos, recolher sobras e <i>Kanbans</i> de colas que atingiram o <i>stock</i> mínimo	Execução	15 min	35 min
7	Consultar <i>check-list</i> de abastecimento de orla e <i>kanbans</i> de cola e preparar os vagões com as respetivas quantidades para o abastecimento a cada posto	Execução	10 min	45 min
8	Efetuar rota de abastecimento <i>Foil</i> , abastecer postos, recolher sobras e <i>Kanbans</i> de colas que atingiram o <i>stock</i> mínimo	Execução	15 min	60 min
9	Atualizar quadro de passagem de informação	Fecho	1 min	-

5.3.2 Definição da rota de abastecimento e *stop points*

Na definição da rota, procurou-se que esta fosse a mais curta e circular possível, para evitar ao máximo que o comboio passasse duas vezes na mesma localização, e que o ponto de partida e chegada fosse o Supermercado. No entanto, as várias *wuwer* existentes que bloqueavam a passagem do comboio e, o facto de haver apenas uma passagem para entrar entre as linhas 1 e 2 da EB&D da L&P, foram fatores que tiveram de ser considerados na desenho da rota (Figura 33).

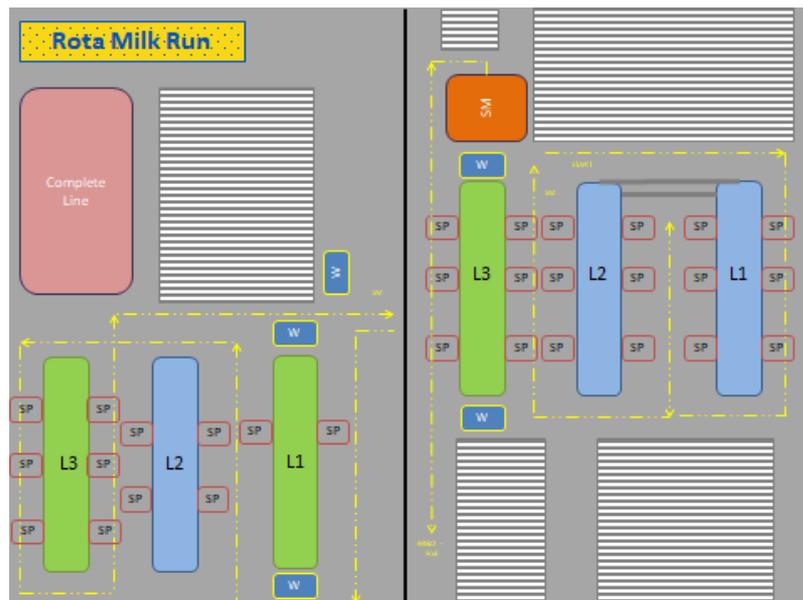


Figura 33 - Rota de abastecimento para orlas e colas e *stop points*

Para contornar o problema das *wuwer*, alterou-se em alguns casos o seu ponto zero, de modo a garantir que, caso a *wuwer* estivesse parada, o operador poderia realizar a rota sem necessitar de a mover. Em relação ao facto de só existir uma passagem entre a linha 1 e 2 da L&P, a opção mais viável foi procurar desenvolver vagões que permitissem ao comboio dar a volta entre elas.

Com o objetivo de colocar matéria-prima o mais perto possível das máquinas a abastecer, os pontos de paragem, *Stop Points*, foram colocados no lado fixo e móvel de cada orladora. Desta forma, os operadores da máquina não necessitavam de grandes deslocações para se abastecerem. Estes locais foram sinalizados através placas sinalizadoras (Figura 34) para auxiliar o operador logístico na sua identificação.



Figura 34 - Exemplo de uma placa sinalizador de um *stop point*

5.3.3 Definição de estruturas de abastecimento para o bordo de linha

Para alocar as matérias-primas no bordo de linha era necessário definir as respectivas estruturas. No caso das orlas, considerou-se como melhor opção criar uma estrutura que mantivesse as bobines na vertical, tal como nos vagões. Em primeiro lugar, porque a pega era mais ergonómica e em segundo, porque era mais fácil de manusear pois existia risco elevado de desenrolar as bobines ao manuseá-las na horizontal.

No desenvolvimento destas estruturas, recorreu-se a materiais modulares, que também seriam utilizados nos vagões pelos mesmos motivos. Para calcular a dimensão da estrutura, o comprimento foi definido através da referência de orla com o maior valor entre a multiplicação da espessura e o consumo por hora. Neste sentido, a largura apenas teria de ser inferior à referência com menor diâmetro. Considerou-se, também, que a estrutura teria de ter duas zonas, uma dedicada à referência em curso e outra para próxima referência a abastecer. Através destes dados e após alguns testes desenvolveu-se a estrutura visível na Figura 35, que foi replicada para cada *stop point*.

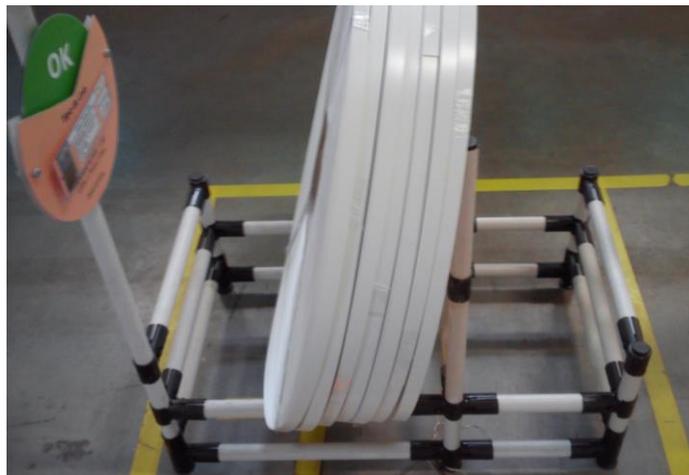


Figura 35 - Estrutura para abastecimento de orla

Em relação às colas, a solução mais económica encontrada foi aproveitar as paletes de madeira que sobravam do desembalamento das paletes de orla. Os locais foram identificados através de fita autocolante amarela e foi colado no chão os valores do *stock* máximo e mínimo em cada posto, como se pode ver na Figura 36. Nos postos em que se consumia duas referências de cola, foi colocada uma palete para cada referência.



Figura 36 - Exemplo de um local de abastecimento de cola

5.3.4 Definição do comboio logístico

Com todos os preparativos prontos, o próximo passo seria adquirir um rebocador e desenvolver os vagões a atrelar.

Para a aquisição do reboque, abordou-se os fornecedores já existentes em busca de uma solução temporária que permitisse realizar todos os testes necessários durante alguns meses e, caso fosse viável, avançava-se para um contrato de média duração. Após várias reuniões, a solução escolhida foi apresentada pela Jungheinrich que facultou um reboque durante 3 meses para testes sem qualquer custo associado e, após esse período, caso a opção fosse válida, partia-se para um contrato de aluguer de 5 anos. Escolheu-se então, o rebocador elétrico EZS 130 (Figura 37), com duas baterias e um cais de carga, assim, era permitida a laboração durante 24h. Este modelo, devido à reduzida largura de apenas 600 mm, estava predestinado a espaços apertados e, com o seu elevado grau de flexibilidade, era ideal para um transporte ágil. Possuía uma capacidade de carga de 3000 kg que se estimou ser suficiente para o pretendido e atingia uma velocidade máxima de 10.5 km/h.



Figura 37 - Rebocador Jungheinrich EZS 130

Era agora altura de desenvolver um protótipo de um vagão para transporte de bobines de orla e cola para, posteriormente, ser replicado. Inicialmente, foi discutido internamente qual seria a melhor abordagem para desenvolver os vagões do comboio logístico, uma vez que era pretendido um abastecimento à unidade e não há palete, e concluiu-se que se deveria recorrer a materiais modulares por serem económicos, fáceis de instalar e versáteis, sem haver grande desperdício. Sendo a política do Ikea abordar em primeiro lugar os fornecedores já existentes, contactou-se a Trilogiq, que era o único fornecedor deste tipo de produtos, que se prontificou na colaboração do desenvolvimento dos vagões.

O desenvolvimento dos vagões era considerado o ponto crítico do projeto, visto que teriam de ter capacidade para transportar bobines de orla, sacos e latas de cola, materiais estes com alguma dimensão e peso. Para além dos materiais a transportar, o comboio e os vagões teriam de ser capazes de percorrer a rota definida. Na Figura 38, encontra-se a ficha técnica do protótipo desenvolvido em parceria com a Trilogiq, na qual o vagão era composto por 2 estantes. A primeira era destinada ao transporte de bobines de orla, que eram colocadas na vertical, e tinha uma capacidade para 96 bobines de 15mm ou 27 bobines de 53mm. A segunda era destinada aos sacos e latas de cola, conseguindo transportar um total de 15 latas ou 10 sacos de cola. Nesta proposta, com o intuito de resolver a adversidade da rota entre as linhas 1 e 2 da L&P, alterou-se o posicionamento das rodas. Em vez do sistema tradicional, optou-se por colocar duas rodas giratórias a meio do eixo da frente e traseiro e duas rodas fixas a meio dos eixos laterais.

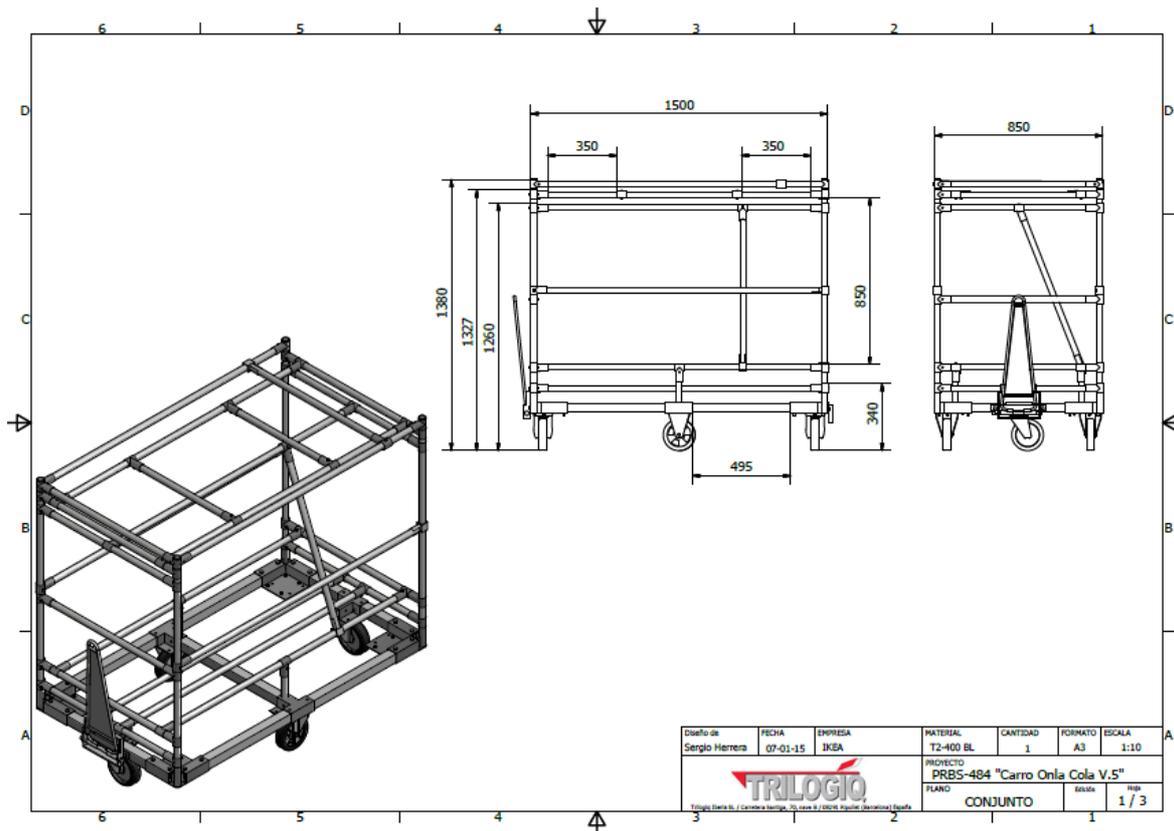


Figura 38 - Ficha técnica do vagão protótipo

À data de conclusão do projeto de dissertação, o protótipo do vagão proposto encontrava-se em fase de testes. Nesta fase, o abastecimento era realizado pelo operador logístico de cada área, ainda através dos *stackers*, com capacidade para levar duas paletes simultaneamente. Cada operador preparava as quantidades necessárias para uma hora de produção e efetuava a rota de abastecimento. Nas situações em que o *stacker* não tinha capacidade, o operador realizava mais que uma viagem.

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

A discussão de resultados tem como objetivo a validação das propostas implementadas e a análise da viabilidade de possíveis propostas de melhoria. Neste sentido, no presente capítulo são apresentados resultados obtidos e estimados, na sequência das propostas e implementações realizadas ao longo do projeto.

6.1 Aumento da organização e fluxo de materiais

O efeito das propostas implementadas através de ferramentas como o Supermercado, *Kanban* e a Gestão Visual em termos de organização e fluxo de materiais é difícil de quantificar. No entanto, acredita-se que influenciaram, de uma forma bastante positiva, a eficiência e a produtividade no abastecimento de matéria-prima às áreas EB&D.

No início do projeto havia dois fluxos de materiais entre o Armazém e as EB&D. Estes fluxos foram reduzidos a apenas um com a implementação do Supermercado Comum, diminuindo assim as movimentações e a disponibilidade do operador do Armazém. Enquanto os *Kanbans* e a Gestão Visual proporcionaram um melhor controlo do fluxo de materiais e de informação evitando erros de comunicação.

No global as EB&D estão agora melhor preparadas para responder de forma eficaz e rápida a alterações imprevistas no plano de produção.

6.2 Redução do espaço dedicado ao armazenamento no *shop floor*

Para determinar os ganhos, em termos de espaço físico no *shop floor* para armazenamento de matéria-prima, procedeu-se a uma comparação entre área total utilizada antes do início do projeto e da área total após a implementação do Supermercado comum. Os resultados obtidos estão expressos na Figura 39.

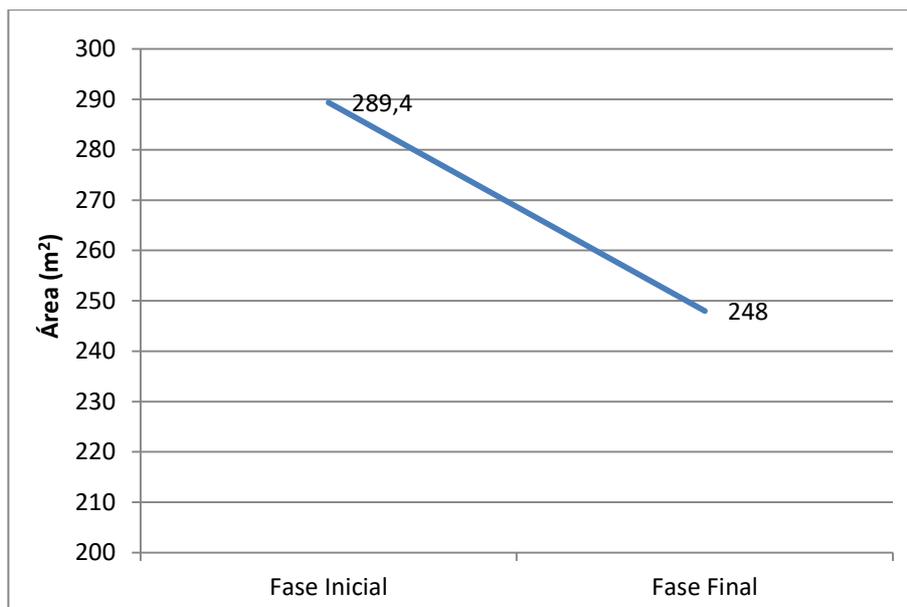


Figura 39 – Variação da área disponível para armazenamento no *shop floor*

Ao analisar os valores, verifica-se que foi possível reduzir em 41,4 m² a área total utilizada para armazenamento no *shop floor*, representando uma redução na ordem dos 14,31%.

Esta redução prende-se com o facto de se ter eliminado os *buffers* inicialmente existentes na EB&D da FOIL, que estavam agora disponíveis para, por exemplo, alocar novas máquinas ou para servirem de armazenamento de produto intermédio.

6.3 Redução de stock no shop floor

A redução de *stock* no *shop floor* era um dos grandes objetivos a alcançar.

Com o intuito de poder quantificar o impacto da implementação das propostas de melhoria, em termos de redução de *stock*, comparou-se o inventário do chão de fábrica à data de início do projeto com o mesmo na fase final do projeto.

No caso das orlas (Figura 40), percebe-se que, apesar de o n^o de referências de orla ter aumentado de 38 referências para 47 no decorrer do projeto, foi possível reduzir um total de 116629 m² de orla, que representa uma diminuição de 9,85%.

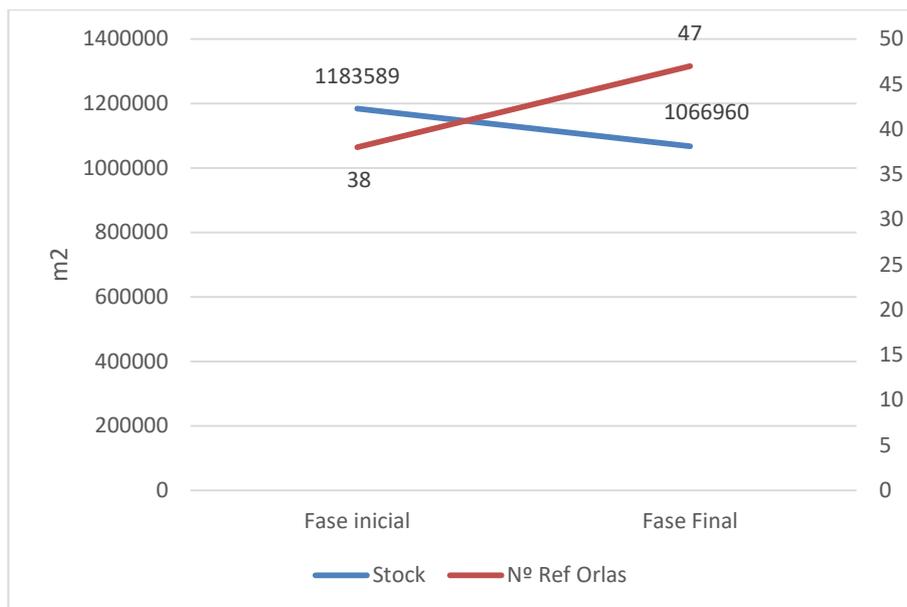


Figura 40 - Variação do inventário e nº de referências de orla entre a fase inicial e final

A redução de *stock* também foi patente no que concerne às colas. Verificando-se uma redução de 49,94% como se pode observar na Figura 41.

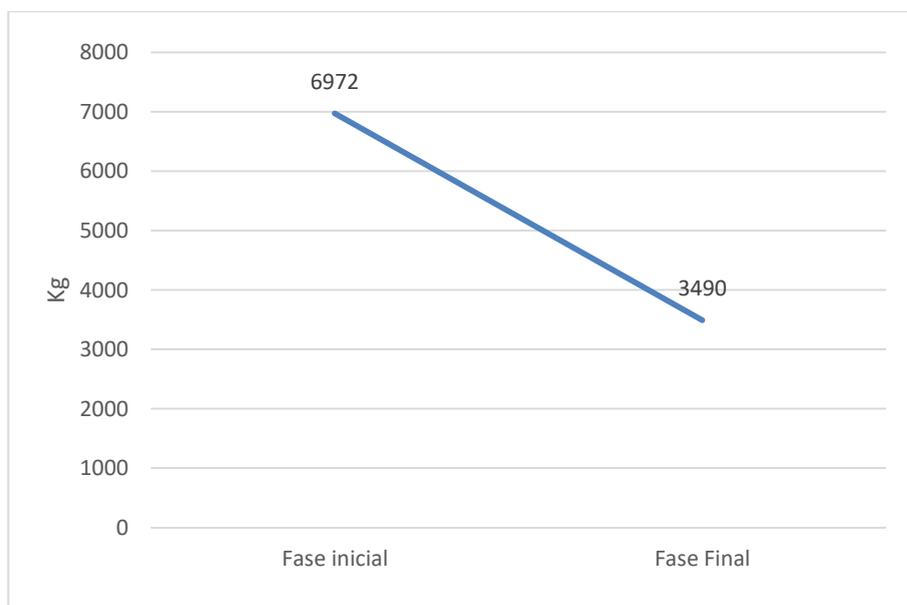


Figura 41 - Variação do inventário de cola entre a fase inicial e a fase final

6.4 Resultados esperados das propostas não implementadas

Outro grande objetivo deste projeto era reduzir os recursos humanos no abastecimento de orla e cola e, com isso, encurtar os respectivos custos operacionais.

Apesar de na fase final do projeto o comboio ainda se encontrar em fase de testes, acredita-se que após validação dos vagões e conclusão da implementação do *Mizusumashi* seria possível ter apenas uma pessoa por turno a abastecer ambas as EB&D. Assim, passaria de 5 para 3 o número de recursos necessários ao abastecimento destas áreas. Com a libertação destes 2 operadores, torna-se possível ocupar outras áreas, tal como o Packing ou Armazém que estavam a necessitar de operadores com estas valências. Para além do número de recursos, a implementação do comboio permite libertar 2 *stackers*, substituindo-os por um rebocador.

A determinação dos custos operacionais na fase inicial do projeto foi calculada com base nos custos de energia e manutenção dos *stackers* de ambas as áreas, bem como no custo de mão-de-obra associado aos 5 operados responsáveis pelo abastecimento às áreas EB&D.

Para o cálculo dos custos energéticos (Tabela 2) considerou-se que a bateria de um *stacker* tinha uma duração de 8h, sendo este também o seu tempo de carga.

Tabela 2 - Custos energéticos estimados por equipamento

Equipamento	Voltagem (V)	Intensidade da Corrente (A)	Watts	Tempo Carga (Horas/Dia)	€/kWh	Dias/ano	Custo/ano	Custo/mês
Stacker L&P	24	225	5400	24	0,1402	240	4 360,78 €	363,40 €
Stacker FOIL	24	225	5400	16	0,1402	240	2907,19 €	242,27 €

O custo de manutenção dos equipamentos atuais foi determinado através dos custos de manutenção relativos ao ano anterior ao projeto (Tabela 3).

Tabela 3 - Custo manutenção estimados por equipamento

Equipamento	Custo/ano	Custo/mês
Stacker L&P	1 047,65 €	87,30 €
Stacker FOIL	804,64 €	67,05 €
Total	1 852,29 €	154,36 €

Relativamente à mão-de-obra, considerou-se que cada operador representava um custo mensal na ordem dos 1200€ para a empresa, que perfazia um total de 6000€/mês para 5 operadores.

Através da soma dos custos energéticos, manutenção e mão-de-obra obteve-se uma estimativa do custo operacional (Tabela 4).

Tabela 4 - Custos operacionais estimados fase inicial

Custo	€/mês	€/ano
Mão-de-obra	6 000,00 €	72 000,00 €
Energia	605,66 €	7 267,97 €
Manutenção	154,36 €	1 852,29 €
Total	6 760,02 €	81 120,26 €

O custo operacional do abastecimento após implementação das propostas de melhoria seria composto pelo preço de aluguer rebocador, no qual estava inserido os custos de manutenção, os seus custos energéticos e o custo de mão-de-obra.

Em comparação com os *stakers* atuais, o rebocador possuía uma autonomia de 12h e necessitava das mesmas 8h para carregar. Na Tabela 5 pode-se visualizar os custos energéticos do rebocador.

Tabela 5 - Custos energéticos estimados Rebocador

Equipamento	Voltagem (V)	Intensidade da Corrente (A)	Watts	Tempo Carga (Horas/Dia)	€/kWh	Dias/ano	Custo/ano	Custo/mês
Reboque EZS 130	24	250	6000	16	0,1402	240	3 230,21 €	269,18 €

Com a redução de 2 operadores, após a conclusão da implementação do comboio logístico, o custo com a mão-de-obra passaria para 3600€ mensais.

Através da soma dos custos energéticos do rebocador com os custos de mão-de-obra, estimou-se o valor do custo operacional final relativo ao abastecimento das áreas EB&D (Tabela 6).

Tabela 6 - Custos operacionais estimados fase final

Custo	€/mês	€/ano
Mão-de-obra	3 600,00 €	43 200,00 €
Energia	269,18 €	3 230,21 €
Total	3 869,18 €	46 430,21 €

Tendo em conta estes fatores, estima-se, que após a implementação do comboio logístico, os custos operacionais no abastecimento de matérias-primas às áreas EB&D iriam diminuir de 81 120,26 € para 46 430,21 €, o que significaria uma poupança de 34 690,05 €/ano.

Neste projeto, até à data, para implementação de todas as propostas de melhoria foram necessários 12,379.30€ (Tabela 7).

Tabela 7 - Custos das propostas implementadas

Proposta	Custos
Quadros e identificações visuais	1,046.60€
Estruturas modulares reutilizáveis (vagões e bordo de linha) + mão-de-obra (subcontratada)	11,332.70€
Total	12,379.30€

Considerando os ganhos estimados acima, no espaço compreendido entre os 4 e os 5 meses a empresa teria o retorno do capital investido.

7. CONCLUSÕES

Ao longo deste capítulo serão apresentadas as considerações finais relativas ao desenvolvimento e resultados do projeto realizado no IKEA *Industry* Portugal, bem como algumas propostas de trabalho futuro na perspetiva da melhoria continua e refinamento do projeto.

7.1 Considerações Finais

No início do projeto existia a necessidade da empresa melhorar e normalizar o abastecimento interno das áreas EB&D. Foi então proposto, através do *Lean Manufacturing* - que oferece uma variedade de ferramentas - melhorar os seus processos de abastecimento de orla e cola.

No final, um dos resultados obtidos, através da implementação de um Supermercado comum, foi a centralização da matéria-prima no chão de fábrica, que permitiu uma redução de 14,31% do armazenamento neste espaço, bem como reduziu as movimentações entre o Armazém e a Produção. Para além destes resultados, através do conjunto de técnicas implementadas, os *stocks* intermédios também sofreram uma redução significativa, nomeadamente, 9,35% no caso das orlas e de, aproximadamente, 50% relativa às colas.

No desenvolvimento deste projeto foram investidos um total de 12.379,30 € estimando-se que, após conclusão da implementação do comboio logístico, irá permitir diminuir os recursos necessários ao abastecimento e, com isso, obter uma poupança mensal nos custos operacionais a rondar os 34.690,05 €.

Com isto, no final deste projeto realizado nas áreas EB&D, é possível concluir que com a aplicação de ferramentas como o Supermercado, a Gestão Visual, o *Kanban* e o *Mizusumashi*, o objetivo inicial de normalizar e melhorar o desempenho do abastecimento de matérias-primas nestas áreas foi bem sucedido.

No decorrer deste projeto, foi também possível concluir que, com o tempo, a implementação de um sistema de abastecimento *Mizusumashi* pode tornar-se longo devido à sua complexidade, pois necessita de um estudo exaustivo e de bastante preparação até à sua implementação. A estes fatores acrescem inúmeras adversidades que surgem já no decorrer do projeto que afetam diretamente a sua implementação, realçando o aparecimento de novos produtos e novas referências de matérias-primas e o desaparecimento de outras, o que implica ajustes constantes.

Conclui-se assim, referindo que a obtenção destes resultados só foi possível com apoio dos operadores logísticos, que estiveram sempre disponíveis, envolvidos e comprometidos com a evolução do projeto de forma a resolver os problemas consentidos no abastecimento.

7.2 Trabalho Futuro

No decorrer desta dissertação, tal como em variadíssimos estudos, surgiram imprevistos transversais que impossibilitaram a implementação de todas as propostas de melhoria.

A proposta do comboio logístico, apesar de os vagões já estarem em fase de testes, ainda não estava concluída. Após validação dos vagões sugere-se a realização de testes relativos à movimentação do comboio e uma medição mais precisa dos tempos das tarefas. Por fim, para finalizar a implementação desta proposta, recomenda-se a elaboração de uma folha *standard* final com todas as tarefas e respetivos tempos e formar/acompanhar os operadores até ao processo ser autónomo.

O facto de as orlas e as colas terem dimensões e pesos consideráveis, o seu manuseamento não era o ideal em termos ergonómicos para os colaboradores. Sugere-se, portanto, com o objetivo de melhorar as condições ergonómicas e facilitar o manuseamento de materiais, que num futuro próximo se analise junto dos fornecedores a possibilidade de diminuir e *standartizar* as unidades de transporte.

Por último, aconselha-se para o correto funcionamento do abastecimento a revisão periódica dos níveis de máximos e mínimos de cada referência a abastecer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of High Impact Lean Production Tools in Automobile Industries using Weighted Average Method. *Procedia Engineering*, 97(0), 2072-2080. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.450>
- Beynon-Davies, P., & Lederman, R. (2017). Making sense of visual management through affordance theory. *Production Planning & Control*, 28(2), 142-157. doi:10.1080/09537287.2016.1243267
- Bilsel, R. U., & Lin, D. K. J. (2012). Ishikawa Cause and Effect Diagrams Using Capture Recapture Techniques. *Quality Technology and Quantitative Management*, 9(2), 137-152. doi:10.1080/16843703.2012.11673282
- Brunt, D., & Butterworth, C. (1998). Waste elimination in lean production - A Supply Chain Perspective. In.
- Coimbra, E. (2013). *Kaizen in Logistics and Supply Chains* (M.-H. Education Ed.).
- Coimbra, E., & Kaizen, I. (2009). *Total flow management : achieving excellence with kaizen and lean supply chains*. [Howick, N.Z.]: Kaizen Institute.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-acção: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, 13(2), 355-379.
- Faccio, M., Gamberi, M., & Persona, A. (2013). Kanban number optimisation in a supermarket warehouse feeding a mixed-model assembly system. *International Journal of Production Research*, 51(10), 2997-3017. doi:10.1080/00207543.2012.751516
- Goldsby, T. J., & Martichenko, R. (2005). *Lean Six Sigma Logistics: Strategic Development to Operational Success*. J. Ross Pub.
- Harris, C., Harris, R., & Wilson, E. (2004). 5 Steps to Implementing a Lean Material Handling System. In. Society of Manufacturing Engineers.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. In (Second Edition ed.): McGraw-Hill Education.
- Junior, C. C. M. F. (2010). Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde. In. INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção.
- Kilic, H. S., Durmusoglu, M. B., & Baskak, M. (2012). Classification and modeling for in-plant milk-run distribution systems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 62(9-12), 1135-1146. doi:10.1007/s00170-011-3875-4
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph of the Lean Production System. In (Vol. 30(1), pp. 41-52): Sloan Management Review.
- Li, S. H., Rao, S. S., Ragu-Nathan, T. S., & Ragu-Nathan, B. (2005). Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices. *Journal of Operations Management*, 23(6), 618-641. doi:10.1016/j.jom.2005.01.002
- Liker, J. (2003). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (Mcgraw-hill Ed.).

- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662-673. doi:<http://dx.doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*: Productivity Press. In.
- O'Brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research. In. Faculty of Information Studies: University of Toronto.
- Pinto, J. P. (2009). Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras. In: Lidel.
- Röhm, D. G., Silva, E. C. C. d., Hermosilla, J. L. G., & Piratelli, C. L. (2010). *A Utilização do Milk Run em um Sistema de Abastecimento: Um Estudo de Caso*. Paper presented at the XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, São Carlos, SP, Brasil.
- Salvador, C. G., & Goldfarb, N. (2004). Ishikawa cause and effect diagrams: A useful tool in designing economic analyses. *Value in Health*, 7(3), 301-302. doi:10.1016/s1098-3015(10)62317-0
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149. doi:10.1016/s0272-6963(02)00108-0
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System (A. P. Dillon, Trans.)*: Productivity Press. In.
- Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77(5), 96-+.
- Steenkamp, L. P., Hagedom-Hansen, D., & Oosthuizen, G. A. (2017). Visual management system to manage manufacturing resources. *14th Global Conference on Sustainable Manufacturing, Gcsm 2016*, 8, 455-462. doi:10.1016/j.promfg.2017.02.058
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582-603. doi:10.2307/2392581
- Villa, A., & Taurino, T. (2013). From JIT to Seru, for a Production as Lean as Possible. *Procedia Engineering*, 63(0), 956-965. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2013.08.172>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. In. New York, USA: Simon & Schuster.
- Yang, T., Kuo, Y., Su, C.-T., & Hou, C.-L. (2015). Lean production system design for fishing net manufacturing using lean principles and simulation optimization. *Journal of Manufacturing Systems*, 34(0), 66-73. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.11.010>