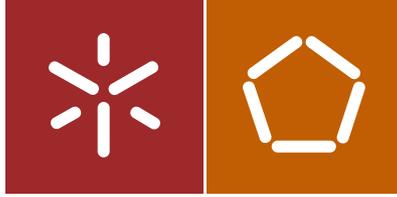




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Alexandre Sidónio Arantes da Silva

Melhoria de Desempenho da Área de
Pintura numa Empresa de Mobiliário.



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Alexandre Sidónio Arantes da Silva

Melhoria de Desempenho da Área de
Pintura numa Empresa de Mobiliário.

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

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

DECLARAÇÃO

Nome: Alexandre Sidónio Arantes da Silva

Endereço eletrónico: Alexandresidoniosilva@gmail.com

Telefone: 917809157 **Número do Bilhete de Identidade:** 13775406 0

Título da dissertação: Melhorias de Desempenho da Produção numa Empresa de Mobiliário

Orientador: Rui Manuel Alves da Silva e Sousa

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

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

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

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

A elaboração deste presente trabalho representa o culminar de um dos mais importantes períodos do meu percurso universitário e da minha vida, sendo esta uma etapa que resulta de um esforço individual e coletivo. Por isso, gostaria de aproveitar esta oportunidade para agradecer a todas as pessoas, como a minha família, amigos e colegas que estiveram ao meu lado e que me ajudaram na conclusão desta importante etapa.

Gostaria de agradecer também ao meu supervisor da empresa, o Eng. Mário Ferreira e ao Eng. José Abrunhosa pela disponibilidade e apoio na realização deste projeto.

Ao meu orientador, Doutor, Rui Sousa, pela ajuda e disponibilidade demonstrada por todo o projeto.

RESUMO

A atual dissertação, realizada na conclusão do curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial descreve um estudo industrial para a avaliação e melhoramento da área de pintura de uma empresa de mobiliário, a Ikea Industry Portugal.

Este trabalho individual tem como objetivo apresentar melhorias no sistema de fabrico na área de pintura de uma empresa de mobiliário. Assim, em geral, foi necessário contribuir para uma diminuição dos defeitos e aumento da produtividade da Empresa.

Uma das respostas encontradas para esta necessidade reside na racionalização dos processos e consequente redução de custos, fundamentando-se assim na filosofia “*Lean Manufacturing*”. Esta metodologia de origem Japonesa, está presente em todo o sistema produtivo da Ikea Industry Portugal, mas, como esta se trata de uma filosofia de melhoria contínua é crucial que haja uma constante avaliação do sistema produtivo, e consequente implementação de melhorias.

Neste seguimento, a primeira fase deste estudo passou por uma análise aprofundada do sistema produtivo da fábrica de pintura com o intuito de procurar potenciais melhorias que ajudem a cumprir os objetivos definidos. Como consequência desta análise foram descobertos os principais problemas de produção da zona de pintura, tais como um elevado número de defeitos, um estrangulamento da produção, posturas de trabalho erradas, entre outros.

Numa segunda fase, foram avaliados os problemas encontrados e as suas origens, de modo a permitir que, numa terceira fase, se implementem as propostas de melhoria baseadas em Normalização de Trabalho, Automação, Ergonomia nos postos de trabalho e dispositivos Poka-yoke. Estas ferramentas possibilitaram a redução ou até mesmo a eliminação dos problemas encontrados, cumprindo assim com os objetivos propostos.

Numa fase final, foram contabilizados todos os benefícios que este projeto traz para a empresa.

Em suma este projeto obteve um ganho total de cerca de 61.771,90 Euros por ano, tendo em conta o volume de produção referente ao ano corrente.

PALAVRAS-CHAVE: LEAN MANUFACTURING, POKA-YOKE’S, ERGONOMIA, NORMALIZAÇÃO DE TRABALHO, AUTOMAÇÕES

ABSTRACT

The current dissertation, held at the final stage of the Master Degree in Industrial Engineering and Management, describes an evaluation and improvements over the production system of the painting area from a furniture company, the Ikea Industry Portugal.

This individual work aims to help the company in a way that they can easily provide to their costumers cheaper and better quality products. Overall, it was necessary to contribute to a reduction of the defects and increase the company productivity and efficiency.

One of the answers found for this constant necessity is the rationalization of processes and consequent reduction of the production cost, which can be found on the "*Lean Manufacturing*" philosophy. This Japanese methodology is already present throughout the production system of the Ikea Industry Portugal, but as this is a philosophy of continuous improvement it's crucial for the whole system that new evaluations and consequent improvements keep happening.

With this in mind, the first stage of this study underwent through a thorough examination of the production system, with a special care for seeking new improvements related to the objectives set.

As a result of this analysis, problems like a large number of defected products, bottleneck in production and wrong working posture, among others, were noticed.

In the second stage of this study there was an evaluation of the problems founded and its origins.

The third and last stage of this work was related to a study of proper tools developed in the Lean Philosophy and Industrial Ergonomics that would handle these problems and would fulfill the intended goals of this dissertation. In this way, tools like Standard Work, Automations, Poka-Yoke devices and Ergonomics in the work stations were use. Then, with the permission of the company, some of these lean tools were implemented and the results were collected and converted to an annual gain.

In short, this project has a total gain of 61.771,90 Euros per year, taking into account the production related to the current year.

KEYWORDS

Standard Work, Automations, Poka-Yoke Devices And Ergonomics At The Work Station

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvii
1. Introdução.....	19
1.1 Enquadramento.....	19
1.2 Objetivos.....	20
1.3 Metodologia de Investigação.....	20
1.4 Estrutura da Dissertação.....	21
2. Revisão Bibliográfica.....	23
2.1 Lean Production.....	23
2.1.1 Origens.....	23
2.1.2 Princípios.....	25
2.1.3 Desperdícios.....	26
2.1.4 Principais Metodologias E Ferramentas.....	27
2.2 Ergonomia Industrial.....	33
2.2.1 Antropologia Aplicada.....	33
2.2.2 Biomecânica Ocupacional.....	35
2.3 Estado Da Arte Do Lean Manufacturing.....	35
3. Apresentação da empresa.....	37
3.1 O Grupo Ikea e Ikea Industry.....	37
3.2 Prioridades da Empresa.....	38

3.3	Ikea Industry Portugal:.....	39
3.4	Medidas De Desempenho.....	40
3.5	Fábrica Lacquering & Print	41
3.5.1	Produtos	41
3.5.2	Fluxo de materiais	42
3.5.3	Layout Geral	43
4.	Análise e Diagnóstico da Área em estudo	49
4.1	Sistema produtivo da Lacquering.....	49
4.2	Postos de trabalho	54
4.2.1	WuWer de Entrada e RBO de entrada.....	54
4.2.2	Linha De Pintura.....	54
4.2.3	Posto de Controlo	54
4.2.4	Line-Leaders.....	55
4.2.5	Inspeção Visual	56
4.2.6	RBO, Wuwer e Shutter da Saída.....	56
4.2.7	Máquina de Cintar	56
4.2.8	Material Handler	57
4.2.9	Staker e Stock Leader.....	57
4.3	Defeitos e Parâmetros de Controlo	57
4.4	Estado da área em relação ao Lean Manufacturing.....	58
4.4.1	Automação Através de Robôs.....	58
4.4.2	Política 5's	59
4.4.3	Gestão Visual.....	59
4.4.4	Normalização De Trabalho.....	60
4.5	Identificação de Problemas.....	61
4.5.1	Defeitos.....	61
4.5.2	Problema com o RBO de Entrada.....	64

4.5.3	Ergonomia Dos Postos De Trabalho	65
4.5.4	Falta de Normalização Do Trabalho.....	69
4.5.5	Elevado Estrangulamento Da Produção	69
4.6	Síntese de problemas detetados	73
5.	Propostas de melhoria	75
5.1	Normalização de trabalho.....	75
5.1.1	Estudo inicial para resolver o Problema.....	75
5.1.2	Aplicação Da Normalização Do Trabalho	76
5.1.3	Ações e Resultados.....	78
5.1.4	Ganhos	80
5.2	Mecanismo Poka-Yoke no RBO de Entrada.	81
5.2.1	Consequências do Problema.....	81
5.2.2	Aplicação da melhoria	81
5.2.3	Ações e Resultados.....	82
5.2.4	Ganhos	83
5.3	Transporte de Tintas	83
5.4	Ergonomia da zona de Inspeção Visual	85
5.5	Estrangulamento da produção na saída da fábrica Lacquering	87
5.5.1	Ações na alteração da saída do Lacquering.....	87
5.5.2	Resultados e Ganhos	89
5.6	Síntese de Ganhos	89
6.	Conclusões.....	91
6.1	Considerações Finais	91
6.2	Trabalho Futuro	92
	Referências Bibliográficas	93
	Anexo I – VSM do produto mais produzido	95
	Anexos II - Exemplos de folhas do Standard Work.....	96

Anexos III - Imagens representativas das alterações ergonómicas da Inspeção visual 97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia Action Research adaptado de (O'Brien, 2001).	20
Figura 2 - Cronograma das atividades	21
Figura 3 - Estrutura Geral do TPS (adaptado de (Liker, 2004); (Pinto, 2008))	24
Figura 4 - Os 5 princípios Lean	25
Figura 5 - Os 7 principais desperdícios (IKEA, 2014)	26
Figura 6 - Erro evitado com recurso a Poka-Yoke	29
Figura 7 - As 4 fases da criação de um VSM	32
Figura 8 - Simbologia utilizada nos mapas VSM (adaptado (Costa, 2012))	33
Figura 9 - Estrutura do grupo IKEA (adaptado de (Swedwood, 2012))	38
Figura 10 - Mapa Ikea Industry Portugal (IKEA, 2014)	39
Figura 11 - Família de componentes de estrutura BOF	41
Figura 12 - SIPOC da fábrica Lacquering&Print (IKEA, 2014)	43
Figura 13 - Fluxo do processo produtivo da fábrica Lacquering & Print (Fonte: Próprio)	43
Figura 14 - Layout da fábrica Lacquering & Print (IKEA, 2015)	44
Figura 15 - Layout com legendas da área Lacquering	50
Figura 16 - Análise de processo do Lacquering, Fonte: (Dissertação Ribeiro, Luís Pedro 2012)	51
Figura 17 - Representação de: a) Base-Boards agregados, b) Buffer de entrada, c) Produto final	53
Figura 18 - Processos da área Lacquering	53
Figura 19 - Exemplo de marcações para melhor organização do material	59
Figura 20 - Quadro de linha	59
Figura 21 - Fotografia dos quadros com informação Lean	60
Figura 22 - Fotografia de ecrãs de informação na área de trabalho	60
Figura 23 - Exemplo de folhas de instrução colocadas no centro da produção	61
Figura 24 - Representação da proporção dos defeitos de Novembro 2014	63
Figura 25 - Explicação das consequências do problema	65
Figura 26 - Carrinho de transporte de tintas	66
Figura 27 - Carrinho atual e as suas principais características	66

Figura 28 - Posto de trabalho de Inspeção Visual	68
Figura 29 - Exemplos de colocação de tabuas em 2 e 3 Base-Boards	71
Figura 30 - Layout da parte final da área do Lacquering	71
Figura 31 - Sinalização dos Estrangulamentos no Layout final da área	73
Figura 32 - Representação da proporção dos defeitos de Abril de 2015	79
Figura 33 - Ilustração da redução de 0.47% dos defeitos totais	80
Figura 34 - Exemplificação do Poka-Yoke em Ação	82
Figura 35 - A) Entrada da linha antes do Poka-Yoke. B) Entrada da linha após implementação	82
Figura 36 - Local por onde o carrinho de tintas tem de passar	84
Figura 37 - Representação da altura ideal do carrinho	84
Figura 38 - A) Esboço da proposta de melhoria, B) Sistema de sucção em ação	86
Figura 39 - Fluxo de material esperado.	88

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de famílias de produtos Ikea e seus componentes BOF (Caldeira, 2014).	42
Tabela 2- Cores aplicadas na área Lacquering	49
Tabela 3 - Lista, número e percentagem de defeitos de Novembro de 2014	62
Tabela 4 - Medidas antropométricas da população Portuguesa	67
Tabela 5 - Tempos médios entre a paletização na saída da linha e descarga nos tapetes de retorno ..	72
Tabela 6 - Tempos médios das operações entre a paletização no RBO e Cintar uma palete	72
Tabela 7 - Síntese dos problemas e suas consequências	73
Tabela 8 - Análise ABC de todos os defeitos de novembro	75
Tabela 9 - Lista, número e percentagem de defeitos de Abril 2015.....	78
Tabela 10 - Resultados obtidos com os defeitos referenciados na análise ABC.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

LM - Lean Manufacturing

LP – Lean production

BOF - Board on Frame

SMED - Single Minute Exchange of Die

TPS - Toyota Production System

UV - Ultra-Violeta

VSM - Value Stream Mapping

RBO – Robot

WES - Work Element Sheet

WIP - Work in Process

SOS – Standard Operation Sheet

MDF – Medium Density Fiber

HDF – High Density Fiber

JIT – Just-in-time

WIP – Work in process

1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo expõe-se um breve enquadramento do tema, dos objetivos delineados para o presente projeto e da metodologia de investigação utilizada para os alcançar.

1.1 Enquadramento

Em todo o mundo existe uma crescente competição industrial, à qual nenhuma empresa é alheia, pelo que se exige uma atitude de adaptação contínua e uma constante melhoria em todo o sistema organizacional de cada empresa. Só assim se consegue responder às exigências dos clientes que procuram sempre uma maior qualidade dos produtos mas a preços e prazos de entrega reduzidos.

A maior parte deste esforço recai ao nível da produção. É neste nível que se tem em consideração a qualidade do produto, a velocidade de produção, a taxa de desperdícios, o aproveitamento correto das pessoas e materiais e muitos outros fatores que influenciam a rentabilidade operacional das empresas. Uma filosofia desenvolvida para um melhor e maior aproveitamento da produção e redução de desperdícios é o Lean Production (Womack,1990).

Lean Production, proveniente do Toyota Production System (TPS), (Monden, 1983) é um modelo organizacional de produção desenvolvido pela Toyota entre 1948 e 1975 que tem como principal objetivo eliminar todo o tipo de desperdícios, ou seja, ações que não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto final, aumentando assim a produtividade e a eficiência da empresa (Womack, 1990).

Como o intuito de auxiliar uma boa e completa implementação do Lean Production foi desenvolvido ao longo de vários anos um elevado número de ferramentas e metodologias que possibilitam a redução de custos e otimizações a todos os níveis do mundo industrial. As ferramentas habitualmente utilizadas neste conceito são: A Metodologia dos 5S, Value Stream Mapping (VSM), Single Minute Exchange of Die (SMED), Total Productive Maintenance (TPM), a Gestão Visual, Automação, Trabalho Normalizado e os sistemas de prevenção de erros (Poka-Yoke) (Belekoukias, 2014).

Entre todas as ferramentas em cima mencionadas, serão principalmente utilizadas nesta dissertação a Automação, os dispositivos Poka-Yoke e o Standard Work (Trabalho normalizado). Também se terá em atenção vários fatores relativos à Ergonomia do espaço de trabalho e as suas ferramentas.

Tendo em conta os problemas da empresa e de forma a incrementar a sua competitividade, evidencia-se assim a preponderância de cada uma destas ferramentas, sabendo que a sua aplicação é uma mais-valia para qualquer empresa, mesmo nos casos em que estas estejam já implementadas no passado

pois o mais importante é ter uma visão de melhoria contínua e nunca ficar parado, tal como refere a filosofia Kaizen (Jaca, 2014).

1.2 Objetivos

Em geral este projeto consiste em melhorar o sistema produtivo da área de Lacquering (Área de Pintura) da Ikea Industry Portugal. Esperava-se, assim, alcançar melhorias através do uso de técnicas e ferramentas da filosofia Lean Production e conceitos sobre a Ergonomia Industrial.

Mais especificamente este projeto tem como objetivos os seguintes:

- Padronizar todos os procedimentos de trabalho da área Lacquering da fábrica Lacquering & Print;
- Identificar os principais desperdícios e problemas existentes na área de Pintura do Ikea Industry;
- Diminuição de defeitos;
- Redução de desperdícios;
- Avaliação ergonómica de postos de trabalhos mais críticos;
- Redução de custos;
- Aumentar a capacidade produtiva.

1.3 Metodologia de Investigação

A fase inicial deste projeto terá mais ênfase num nível de recolha de informação sobre o tema do mesmo. Neste sentido, foram realizadas pesquisas em várias fontes bibliográficas, efetuando assim, posteriormente uma revisão bibliográfica sobre as diferentes temáticas e ferramentas do Lean Production.

Esta dissertação foi realizada de acordo com a metodologia Action Research. Esta metodologia é eficaz pois obriga um total envolvimento do autor desde o diagnóstico até a implementação e posterior avaliação (O'Brien, 2001). Esta metodologia segue um formato de 5 etapas, apresentada na Figura 1.

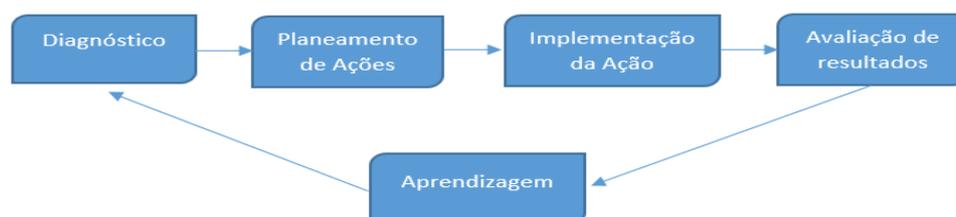


Figura 1 - Metodologia Action Research adaptado de (O'Brien, 2001).

Esta dissertação irá seguir as cinco etapas desta metodologia, sendo que na primeira fase, fase de diagnóstico se irá realizar uma profunda análise ao sistema produtivo do Lacquering&Printing, da Ikea Industry Portugal. Assim será possível identificar os seus maiores problemas e desperdícios.

Na fase de Planeamento de Ações, serão estudadas quais as melhores técnicas e maneiras existentes para a resolução dos problemas identificados. De seguida serão elaborados alguns cálculos tendo em conta os gastos previstos das novas implementações e os ganhos que estas poderão trazer.

Após a escolha da melhor opção para combater os problemas encontrados, seguir-se-á para terceira fase, a Implementação da Ação, onde serão implementadas todas as mudanças e de seguida serão medidas, avaliadas e comparadas na Avaliação de resultados (Quarta fase da metodologia Action Research).

Por fim, tendo sempre em conta a melhoria continua, serão propostos trabalhos futuros com o intuito da racionalização de outros problemas encontrados.

1.4 Estrutura da Dissertação

Este projeto seguirá um plano 9 fases as quais se encontram demonstradas no cronograma ilustrado na Figura 2.

Fases	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
Planeamento do projeto e definição dos objetivos.								
Análise atual da empresa e elaboração de ideias de melhoria								
Elaboração de propostas de melhoria.								
Uniformizar todos os postos de trabalho do Lacquering								
Estudo e Projeção da saída automática do Lacquering								
Elaboração de Poka-Yoke's e estudos Ergonómicos.								
Implementação de melhorias.								
Análise dos dados.								
Elaboração da Dissertação.								

Figura 2 - Cronograma das atividades

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, tem-se como principal objetivo uma revisão dos conceitos associados ao Lean Production e aos seus alicerces. Assim, começa-se por qualificar o desempenho de um sistema produtivo, falando sobre as origens do Lean Production, os seus princípios e vantagens e as principais fontes de desperdícios da indústria. Seguidamente, é elaborada uma síntese da Filosofia Lean, na qual estão encaixadas várias ferramentas e metodologias que contribuem para uma melhoria contínua.

2.1 Lean Production

Lean Production é uma filosofia Industrial que auxilia uma redução de todos os desperdícios envolvidos no processo entre a receção da matéria-prima e o momento em que o cliente adquire o produto.

Assim, através de um sistema puxado pelo cliente, é possível reduzir ao máximo os custos com o produto e obter uma qualidade de produto exatamente adequada com as especificações dos clientes.

2.1.1 Origens

Warnecke and Huser, (1995), definiram que o Lean Production era uma família de métodos e medidas que, quando são utilizadas conjuntamente, podem otimizar todo o sistema produtivo de uma empresa aumentando assim a sua competitividade.

Esta filosofia nasceu no Japão após a segunda grande Guerra. Nesta altura o Japão tinha uma grande necessidade de, com recursos limitados, reconstruir o seu país. Para isso, a primeira fase do seu plano seria reforçar a sua indústria tornando-a mais competitiva em relação ao mercado mundial.

Foi assim que uma das maiores empresas automobilísticas do Japão, a Toyota enfrentou a crise instalada no seu país. Esta empresa deu ordem aos seus engenheiros de adotarem mecanismos de otimização do seu sistema de produção. Numa tentativa de copiar o sistema de produção em massa já adotado pelos Americanos, os engenheiros da Toyota depararam-se com uma produção Americana bastante mecanizada mas que não tirava o máximo proveito das suas capacidades, tendo assim um rendimento muito abaixo do ideal.

Assim, e tendo em consideração os seus recursos reduzidos, Taiichi Ohno com ajuda dos engenheiros da Toyota tiveram de desenvolver um novo conceito de produção como diziam Pavnaskar and Gershenson, (2003). Esta produção muitas vezes denominada por produção magra, tinha como objetivo eliminar as “gorduras” da produção tradicional e assim, este novo conceito tornou-se mundialmente conhecido como o Toyota Production System (TPS) (Womack, 1990a).

O modelo TPS procura uma melhoria contínua dos processos produtivos e a eliminação dos desperdícios, otimizando assim a utilização de todos os recursos já existentes (Pinto, 2009).

Em 1988, foi sugerido por Ohno que o sistema de produção TPS era simplesmente sustentado por dois pilares: a *Autonomation* também conhecida por *Jidoka*, e pela filosofia *Just-in-Time (JIT)* (Ohno, 1988a).

Na Figura 3, está representada a casa TPS sustentada por esses dois importantes pilares.



Figura 3 - Estrutura Geral do TPS (adaptado de (Liker, 2004); (Pinto, 2008))

A filosofia *Just-In-Time* é utilizada como uma ferramenta para a eliminação de desperdícios, pois esta filosofia defende que o processo de produção deve ser considerado como um fluxo contínuo onde as peças só chegam ao posto de montagem quando estas são necessárias, possibilitando assim criar uma produção puxada pelo cliente. Assim é possível a redução de Stock de produto acabado e intermédio (Ohno, 1988).

O segundo pilar, *Jidoka*, está mais focado na redução de produtos defeituosos, parando a produção assim que se deteta a possibilidade da produção de produtos defeituosos, Ohno (1988). Assim, através de máquinas adequadas é possível a deteção dos problemas e as suas respetivas causas, facilitando assim o processo de eliminação da causa dos defeitos.

Esta área do TPS permite uma maior polivalência do operário, fazendo com que este consiga supervisionar múltiplas máquinas em vez de apenas uma.

Uns anos mais tarde, em 1990, diante de uma globalização de alguns métodos provenientes do conceito TPS, Womack (1990) referiam-se a este conjunto de métodos de Lean Production (produção magra). Este conjunto de metodologias começou a ser considerado como uma Filosofia de otimização da produção, Womack (1990).

2.1.2 Princípios

Tendo em conta uma redução de custos a nível industrial, Womack (1990) definiram que seria importante identificar 5 princípios chave para a implementação desta filosofia em qualquer indústria. Hoje em dia esses 5 princípios são procurados pelas empresas com uma mentalidade Lean. Assim, e de forma a sustentar a sua filosofia Lean, estas tendem a reduzir as operações que não acrescentam valor ao produto final, baseando-se nestes 5 princípios: A identificação do verdadeiro valor do produto, a identificação de toda a cadeia de valor, Implementação de uma produção puxada (pull), criação de um fluxo de valor contínuo e a procura pela perfeição, como mostra a Figura 4.



Figura 4 - Os 5 princípios Lean

A identificação do verdadeiro valor do produto: Este princípio passa por avaliar o produto pelos olhos do cliente e perceber o que este realmente pretende do produto e quanto está disposto a pagar por ele. Assim pode-se eliminar todas as características do produto que não serão valorizadas pelo cliente.

A identificação de toda a cadeia do valor: Sabendo como é o produto que o cliente deseja é necessário também Identificar todas as operações envolvidas na cadeia de valor, desde os fornecedores de matéria-prima, até ao cliente final. De seguida é importante reduzir ou eliminar todas as operações envolvidas no produto que não irão acrescentar valor ao produto, prevalecendo as estritamente necessárias.

Criação de um fluxo de valor contínuo: Criar um ambiente favorável para que o fluxo da cadeia de valor seja harmonioso de modo a não existir interrupções ou esperas pelo produto até que este chegue ao cliente

Implementação de uma produção puxada: Este tipo de produção requer que o processo produtivo apenas se inicie quando o processo seguinte o requer. Assim todo o processo produtivo só será iniciado quando existir a encomenda do cliente. Assim, este puxa o produto/serviço para si.

Procura pela perfeição: Tendo já implementado os 4 outros princípios, é necessário uma constante reavaliação do todo o processo, baseando-se numa melhoria contínua existirá sempre algo a melhorar num sistema de produção.

2.1.3 Desperdícios

Sendo o objetivo do Lean Production fazer mais com menos, esta filosofia recorre a uma produção com o menor número de desperdícios possível paralelamente com a qualidade desejada. Assim, a necessidade de um maior foco no cliente final, eleva a importância de identificar as atividades na organização que realmente acrescentam valor ao produto e eliminar todas as outras.

Deste modo, foram segundo (Ohno, 1988a) e (Shingo, 1989) identificados em prol do Lean Production os 7 principais desperdícios do mundo industrial, como mostra a Figura 5:



Figura 5 - Os 7 principais desperdícios (IKEA, 2014)

Esperas: As esperas ocorrem quando não existe uma correta gestão do tempo, (Bicheno, 2000).

Este tipo de desperdício pode englobar tempos como: Esperas por falta de materiais, esperas por pessoas e até mesmo esperas por equipamentos e informações.

Defeitos: Produtos produzidos fora das especificações desejadas pelos clientes podem originar insatisfação do mesmo ou necessidade de retrabalho. Em casos mais graves, produtos defeituosos dão origem a sucata. Neste caso foi investido tempo e dinheiro nos produtos e este não irá trazer qualquer tipo de retorno à empresa.

Transportes: São também considerados desperdícios, todas as deslocações de informações ou materiais dentro do sistema produtivo. Estes deslocamentos não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto e por isso devem ser reduzidos ou eliminados.

Movimentações: Por vezes, proveniente da desorganização dos postos de trabalho, os colaboradores efetuam muitos movimentos desnecessários á procura de ferramentas ou até mesmo de informações. Este tipo de movimentos também são considerados como um desperdício e devem ser eliminados pois não acrescentam valor ao produto.

Excesso de Stock: Este desperdício consiste na posse excessiva de produtos comparado com o necessário. Este excesso de produtos provoca uma maior desorganização do espaço fabril e custos de posse e movimentações do mesmo. Por vezes este produto pode até ficar degradado e passará a sucata.

Excesso de produção: Normalmente este tipo de desperdícios é encontrado em empresas que produzem para Stock. Este tipo de desperdício acontece quando a empresa produz a mais do que é necessário. Obtendo assim maiores custos com pessoas, armazenamentos e Transportes. Segundo Ohno, este desperdício é considerado o pior dos 7.

Processamentos inadequado: Ocorre quando não se pratica uma eficiente utilização dos equipamentos ou processos. Também podem fazer parte de um processamento inadequado todas as operações feitas no produto que não irão trazer valor ao cliente.

2.1.4 Principais Metodologias E Ferramentas

É através das metodologias e ferramentas do Lean Production que se garante uma correta implementação e sustento desta filosofia. Neste subcapítulo serão apresentadas as principais metodologias e ferramentas Lean.

2.1.4.1 Normalização do trabalho

A normalização do trabalho, também conhecido como *Standard Work*, é uma ferramenta que permite atingir um estado de fluidez nos movimentos dos operadores de maneira a minimizar o tempo de processos enquanto se produz um produto consistente e com a qualidade desejada (Coimbra, 2009).

Assim, através do Standard Work é possível criar uma base de trabalho para melhorar as operações efetuadas ao longo do turno do operador. Dennis, (2007) citou que “o objetivo desta ferramenta seria otimizar a mão-de-obra em relação a utilização de máquinas”. Dizendo que uma boa gestão da flexibilidade dos operários traria mais vantagens que a utilização de máquinas.

Segundo Pinto (2009) uma boa normalização de trabalho faz com que todos os operários façam o mesmo trabalho da mesma maneira, seguindo todos a mesma sequência de operações utilizando todos as

mesmas ferramentas de trabalho. Assim esta harmonia de trabalho seria obtida através da documentação de todos os modos de trabalho, garantindo que todos os operários seguem a mesma conduta.

Visto que ao longo do tempo algumas operações de trabalho são melhoradas ou alteradas, também se deve proceder periodicamente a uma revisão desta documentação de trabalho.

Segundo Suzaki, (2010) o Standard Work é constituído por 3 elementos cruciais:

- **Tempo de Ciclo:** Tempo que cada etapa da produção demora até ser concluída
- **Sequência de Tarefas:** Identificação e aplicação da melhor sequência de operações pela qual os operários se devem guiar para a realização das suas tarefas.
- **Estabelecimento do WIP ideal:** Utilizar apenas a quantidade mínima necessária de WIP capaz de criar um fluxo fluido das tarefas.

Suzaki (2010) defende também que se deve colocar uma folha com a instrução correta de trabalho junto ao operário.

Segundo Team (2002) as vantagens que uma empresa obtém em implementar o Standard Work serão: redução da variabilidade no produto final, o aumento da qualidade, redução dos defeitos, diminuição dos desperdícios e seus custos, capacidade dos seus operários aprenderem novas tarefas com maior facilidade, aumento da polivalência dos operários e a facilidade destes identificarem problemas e contribuírem com ideias de melhoria. Porém, para que seja implementada uma normalização de trabalho eficiente será necessário que o processo de produção seja o mais estável possível, tornando o trabalho numa rotina. Para isso é importante que esta ferramenta seja implementada num processo já avançado no âmbito da implementação do Lean Production.

2.1.4.2 Mecanismos Poka-Yoke

Mecanismos Poka-Yoke, constituem uma ferramenta de melhoramento de processos industriais baseados na deteção de erros. Estes mecanismos normalmente de baixos custos, diminuem significativamente os defeitos cometidos no local onde estes são aplicados.

A palavra Poka-Yoke é de origem Japonesa e significa “à prova de erro”. Este tipo de mecanismos foram desenvolvidos por Shingo com o objetivo de criar uma produção com zero defeitos. Pois para ele era impensável produzir produtos com defeitos, (Patil, 2013).

Segundo Calarge and Davanso, (2004) existem dois tipos de dispositivos Poka-Yoke, os de controlo e os de advertência. Os dispositivos de advertência alertam o operário da existência de uma peça com defeito,

mas estes não interrompem o funcionamento do sistema de produção. Os dispositivos de controlo param o sistema produtivo assim que detetarem um erro e simultaneamente alertam o operário do sucedido.

Segundo (Shingo, 1989) existem 3 formas de deteção de erros:

- Os dispositivos de contacto com uma característica física do produto (Como mostra a Figura 6);
- Os dispositivos de contagem do número de operações efetuadas;
- Dispositivos de verificação da sequência de operações.

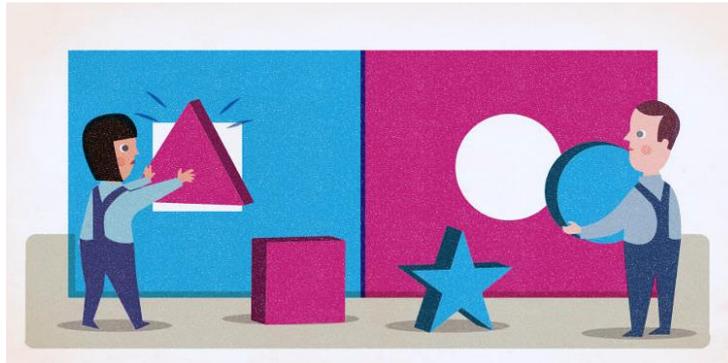


Figura 6 - Erro evitado com recurso a Poka-Yoke

2.1.4.3 Automação Industrial, Jidoka

A implementação de tarefas Humanas nas máquinas tem o nome Automação, ou *Jidoka* em Japonês. Liker, (2004) defende que é através desta ferramenta que algumas funções dos operários passam a ser realizados por máquinas, aumentando assim o foco na qualidade dos produtos e na redução dos custos com defeitos.

Segundo Rosenthal, (2002) esta ferramenta surgiu em 1902 na Indústria Têxtil por Sakichi Toyoda. Este senhor construiu um disparador automático que adaptou nos seus teares circulares, com o intuito de a máquina parar sempre que um fio partisse evitando assim que se produzissem malhas defeituosas.

Com a ajuda deste dispositivo aumentaram-se as polivalências dos operários pois estes deixavam de estar preocupados com a deteção de fios partidos (que era um trabalho a tempo inteiro) e passaram apenas a arranjar os problemas quando estes apareciam. Assim, aumentaram facilmente o número de máquinas que cada operador poderia supervisionar.

A ferramenta *Jidoka* também pode ser avaliada como sendo uma pré-automação, sendo assim o início da modificação de uma máquina que é controlada por um operador por uma máquina totalmente automática (Shingo, 1989).

Através de sensores, programas e outros dispositivos eletrónicos é possível automatizar uma área industrial facilitando ou até mesmo substituindo o trabalho humano nessa zona. Levando assim a

redução de custos com operários, possível redução de WIP e até eliminando estrangulamentos da produção.

2.1.4.4 Programa 5'S

A ferramenta dos 5'S é utilizada para manter as condições de trabalho perfeitas, ou seja esta ferramenta permite assim manter um espaço de trabalho mais organizado, arrumado e limpo (Pinto, 2009). Muitos autores defendem que a correta aplicação desta técnica pode diminuir até 30% os defeitos de uma empresa e pode também aumentar a sua eficiência, como é o caso de (Feld, 2001).

A designação "5'S" provem das iniciais em Japonês dos seus 5 pilares de implementação: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke que se traduz em: Separar, Organizar, Limpar, Normalizar e Autodisciplina, respetivamente.

1ºS – (Seiri) Separação:

O primeiro passo do programa 5'S é a separação do material que é necessário manter no local de trabalho daquele que não é, tendo assim no local de trabalho apenas o que é necessário, (Team, 2002).

2ºS – (Seiton) Arrumação:

Consiste na arrumação dos postos de trabalho e na identificação das ferramentas necessárias. Nesta fase dedica-se exclusivamente na arrumação e organização das ferramentas eliminando assim movimentos desnecessários.

3ºS – (Seiso) Limpeza:

O Senso de Limpeza prime pela limpeza e inspeção do posto de trabalho, estimulando assim a existência de uma limpeza rotineira e não ocasional, garantindo assim que sempre que alguma ferramenta é necessária seja depois colocada no seu local.

4ºS – (Seiketsu) Normalização:

Criação de regras e procedimentos de formar a criar uma manutenção dos 3 primeiros S's.

Por este motivo este pilar é fundamental no sustento do programa 5'S.

5ºS – (Shitsuke) Autodisciplina:

Criação de hábitos com o objetivo de manter e inspecionar os 4'S anteriores.

Normalmente é através de inspeções 5'S periódicas que se atinge o senso de Autodisciplina.

Assim garante-se um posto de trabalho limpo e organizado ao longo do tempo.

Ao implementar o programa 5'S, (Liker, 2004) defende que as empresas conseguem diminuir os seus custos com defeitos e retrabalho provenientes da desorganização dos postos de trabalho.

2.1.4.5 Técnica SMED

A técnica SMED, (*Single Minute Exchange of Die*) foi criada e desenvolvida no Japão por Shingeo Shingo nos anos 50. Esta técnica tem como principal função reduzir os tempos de *Setup* das máquinas e ferramentas de trabalho para o tempo inferior a 10 minutos (daí o *Single Minute*). Permitindo assim minimizar o tempo não produtivo entre a produção de dois produtos distintos, aumentando a ocupação das máquinas.

A implementação da técnica SMED requer uma pré-análise de todo o *Setup* para perceber detalhadamente todos os seus processos e operações, (Sousa, 2009).

Segundo Shingo, (1985) a aplicação desta técnica envolve 4 estágios distintos.

- **Estágio Preliminar** – Esta etapa consiste em classificar e cronometrar todas as operações envolvidas no *Setup*. Assim, podem-se distinguir as operações internas das externas sendo as internas aquelas que é estritamente necessário que a máquina esteja parada e as externas aquelas que possam ser realizadas com a máquina em andamento.

- **1º Estágio** – Aqui são separadas e divididas operações Internas das externas.

- **2º Estágio** – Nesta etapa tenta-se converter dentro do possível o máximo de atividades Internas em Externas.

- **3º Estágio** – Consiste em aperfeiçoar todos os elementos existentes no *Setup* através da implementação de uma melhoria contínua das atividades, racionalizar e simplificar etapas, uniformizar e reduzir tempos.

Com a aplicação da técnica *SMED* as empresas normalmente beneficiam de uma diminuição de erros e defeitos relacionados com o *Setup*, um aumento da segurança devido a *Setups* mais simples, *Setups* menos dispendiosos, maior rendimento da produção relacionado com uma maior ocupação das máquinas, melhor organização e controlo de espaço simplificado e operações mais simples não requerem tantos conhecimentos por parte dos operadores.

2.1.4.6 Value Stream Mapping - VSM

A ferramenta VSM foi desenvolvida por Rother and Shook, (1999) com o intuito de diagnosticar e analisar o sistema produtivo desde a receção da matéria-prima até a entrega do produto final ao cliente. Com a ajuda do VSM são facilmente identificados os vários desperdícios que existem ao longo de toda a cadeia de valor através da planificação deste num sistema tipo mapa que abrange todas as atividades que acrescentam e não acrescentam valor ao produto.

Para construir um mapa VSM é necessário respeitar 4 fases distintas, como mostra na Figura 7.

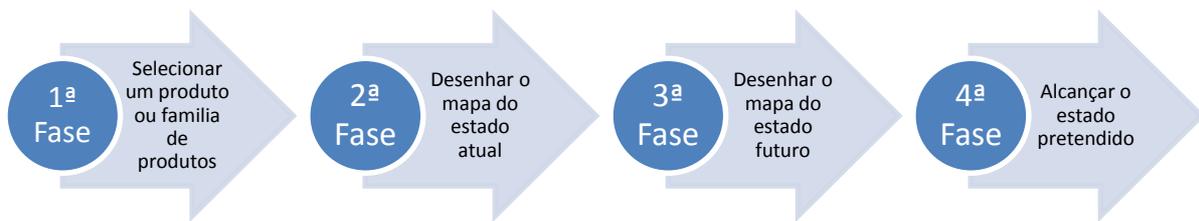


Figura 7 - As 4 fases da criação de um VSM

1ª Fase – A primeira fase do mapeamento VSM consiste em identificar o produto ou família do produto com maior importância na perspetiva do cliente. É aconselhável que nesta fase se faça uma análise ABC (também conhecida como curva 80-20).

2ª Fase - A segunda fase consiste na recolha de toda a informação atual necessária para a construção do sistema. Estes dados servirão para identificar os principais problemas e fontes de desperdícios do sistema. Os dados necessários são: tempo de ciclo (*Cycle time*) que corresponde ao intervalo de tempo entre a saída de dois produtos; tempo de troca de ferramentas, que corresponde ao intervalo de tempo de saída de dois produtos de referência diferente; número de turnos de trabalho; número de trabalhadores; inventário entre processos, que corresponde ao número de produtos que ficam acumulados entre os processos; tamanho dos lotes de produção; Disponibilidade da linha, que corresponde ao tempo efetivo de trabalho e o Lead Time, que corresponde ao tempo que demora um produto a atravessar todo o sistema produtivo.

Na Figura 8, encontram-se apresentadas todas as simbologias usadas para a construção de um VSM.

							
Processos	Fornecedor/ Cliente	Inventários	Camião de transporte	Fluxo de informação electrónico	Fluxo de informação manual	Supermercado	Stock de Segurança
							
Transferência de material por FIFO	Seta produção push	Seta produção pull	Evento Kaizen	Kanban de produção	Kanban de levantamento	Posto kanban	Heijunka Box

Figura 8 - Simbologia utilizada nos mapas VSM (adaptado (Costa, 2012))

3ª Fase – Após a criação do VSM atual, cria-se o VSM desejado incluído a eliminação dos problemas e desperdícios detetados.

4ª Fase – No final é essencial conceber um plano de ações com propostas que permitam conseguir o estado desejado.

2.2 Ergonomia Industrial

Segundo Pheasant and Haslegrave, (2005), Ergonomia é a ciência de como as pessoas trabalham e operam equipamentos e ferramentas, é também a ciência de estudo do espaço físico dos locais de trabalho.

2.2.1 Antropologia Aplicada

Os estudos Antropométricos foram desenvolvidos devido à grande variabilidade das dimensões antropométricas do Ser Humano a nível mundial.

Na compreensão desta ciência, Pheasant and Haslegrave, (2005) distinguiram 5 importantes falácias desta área:

- **1** - Este design é bom para mim, logo será satisfatório para toda a gente.
- **2** - Este Design é bom para a pessoa normal (de dimensões médias), por isso vai satisfazer todas as pessoas.
- **3** - Como existe uma variância antropométrica tão grande entre os Humanos é impossível satisfazer toda a gente. Mas como os Humanos são uma espécie que se adapta muito bem a qualquer design, mau design não importa.
- **4** - Como o desenvolvimento e a aplicação de uma boa ergonomia de um produto fica cara, e visto que no momento de decisão da compra o que interessa maioritariamente é o preço e o estilo do produto, pode-se ignorar a ergonomia para poupar custos de produto.

- **5** - A ergonomia é uma ideia excelente, eu utilizo-a sempre, mas de maneira intuitiva e dependo apenas do meu senso comum, por isso eu não preciso de mais informações nem tabelas.

Limitações da Antropologia aplicada:

São considerados limitações todas as características, de preferência mensuráveis, que podem contribuir como consequências para a projeção do produto.

De modo a ajudar uma boa aplicação de conceitos antropométricos no desenvolvimento de produtos, Pheasant and Haslegrave, (2005) distinguiram 4 Limitações Cardinais:

- **Espaço** - Esta primeira limitação diz respeito à definição das dimensões mínimas aceitáveis para o objeto. Assim, trata-se de uma limitação de um só sentido, considerando apenas um extremo da população. Trata-se de uma limitação majorante.

- **Alcance** - Para combater esta limitação é importante avaliar a capacidade do utilizador conseguir, com as suas dimensões, alcançar todos os pontos necessários do produto.

É uma limitação de um só sentido e é necessário avaliar as medidas minorantes da população.

- **Postura** - A postura é a relação entre as dimensões dos produtos e as dimensões antropométricas dos utilizadores. Ou seja, esta trata-se de uma limitação de dois sentidos, por exemplo, esta pode originar uma utilização demasiado baixa ou alta de um certo produto por parte do utilizador.

- **Força** - Este limite diz respeito aos limites aceitáveis relativamente à força utilizada em certas tarefas de controlo ou manipulação dos objetos

É uma limitação de um só sentido pois apenas se avalia relativamente aos utilizadores com menor força.

Critérios da Antropologia aplicada:

Os critérios ergonómicos são utilizados como norma de julgamento para averiguar o grau de ajustamento dos produtos relativamente ao utilizador.

Os principais critérios ergonómicos dizem respeito a conceitos gerais como o conforto, segurança, estética e eficiência. Contudo, para se alcançar estes objetivos, há outros critérios secundários que se devem respeitar, existindo assim vários níveis de critérios, uns com mais valor que outros, mas todos são indispensáveis para uma correta planificação das prioridades necessárias ao produto.

Por vezes é necessário encontrar um compromisso satisfatório entre dois ou mais critérios quando estes entram em conflito.

2.2.2 Biomecânica Ocupacional

A Biomecânica Ocupacional é um estudo derivado da biomecânica que é a ciência que tem como objetivo principal estudar o comportamento de uma estrutura viva complexa, como por exemplo o corpo humano.

A Biomecânica Ocupacional estuda todas as interações entre o trabalhador e o seu posto de trabalho, tendo em considerações valores antropométricos, mecânicos, frequências da atividade e os restantes aspetos envolvidos.

Como ferramenta para a avaliação de certos trabalhos de elevação de cargas existe a ferramenta Niosh que através dos vários valores de distâncias, frequências de trabalhos e qualidade das pegadas dá um valor mensurável para o esforço do operário na realização da tarefa.

2.3 Estado Da Arte Do Lean Manufacturing

Atualmente, vários autores defendem que as possibilidades e as mais-valias da implementação da Filosofia Lean podem também ser aproveitadas para vários tipos de organizações, (Abdulmalek and Rajgopal, 2007).

Atualmente em Portugal, com a ajuda das Universidades, e empresas de consultadoria, a implementação das ferramentas e metodologias do Lean Production começam a ser mais utilizadas, sendo as suas capacidades valorizadas por mais pessoas sobretudo pelos jovens que mostram um crescente interesse sobre esta filosofia.

Durante um estudo realizado por (Silva, 2010), foi comparado o estado atual do LP em quatro países: Portugal, Inglaterra, Itália e Estados Unidos da América. Neste trabalho foi possível distinguir um grande atraso na aplicação de ferramentas do Lean Production nas indústrias de Portugal em relação aos outros 3 países. Contudo é demonstrado uma grande margem de progressão das empresas Portuguesas que já implementaram a filosofia Lean.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo será feita uma apresentação sobre o Grupo IKEA, a empresa Ikea Industry Portugal a qual pertence ao Grupo Ikea e sobretudo ira-se falar da área Lacquering que é a área da fábrica Lacquering & Print onde foi desenvolvida a presente dissertação.

3.1 O Grupo Ikea e Ikea Industry

O Grupo Ikea foi fundado por *Ingvar Kamprad* com apenas 15 anos no ano 1943. Esta empresa foi fundada em Älmhult na Suécia. E o nome IKEA advém das iniciais do fundador, **I**ngvar **K**amprad **E**lmtaryd **A**gunnaryd.

Hoje em dia esta empresa é líder mundial na venda de mobiliário e o seu catálogo de produtos contém cerca de 12 mil produtos IKEA e possui uma tiragem de cerca de 17 milhões de exemplares todos os anos, a nível mundial.

Esta empresa, cujo lema é: “Soluções acessíveis para viver melhor”, está sediada atualmente em Leiden nos Países Baixos. Hoje em dia apresenta 238 Lojas em 34 países diferentes, fazendo-a uma das maiores organizações mundiais.

Os seus produtos estão relacionados com o mobiliário e todo o tipo de acessórios e decorações, tanto para casas como lojas, escritórios e hotéis.

O Grupo Swedwood, (atualmente conhecido como Grupo Ikea Industry) foi fundado no ano de 1991 em Ängelholm, Suécia. Este era um grupo de fábricas que tinham como função, tal como todas as Swedwoods, de produzir material para as lojas IKEA. Porém em 2013 o Grupo IKEA decidiu alterar o nome do grupo de empresas que fabricavam mobiliário exclusivo para a marca IKEA, passando assim todas as fábricas Swedwood a chamarem-se IKEA Industry. Naturalmente, este processo atingiu assim a Swedwood Portugal, que alterou o seu nome para IKEA Industry Portugal.

Tendo como único propósito abastecer toda a cadeia de mobiliário das lojas IKEA, a sua produção é assim dedicada aos seus produtos facilitando uma maior eficiência de resposta aos clientes, e uma redução tanto de desperdícios como de custos.

Na Figura 9, encontra-se demonstrada toda a estrutura geral do Grupo.

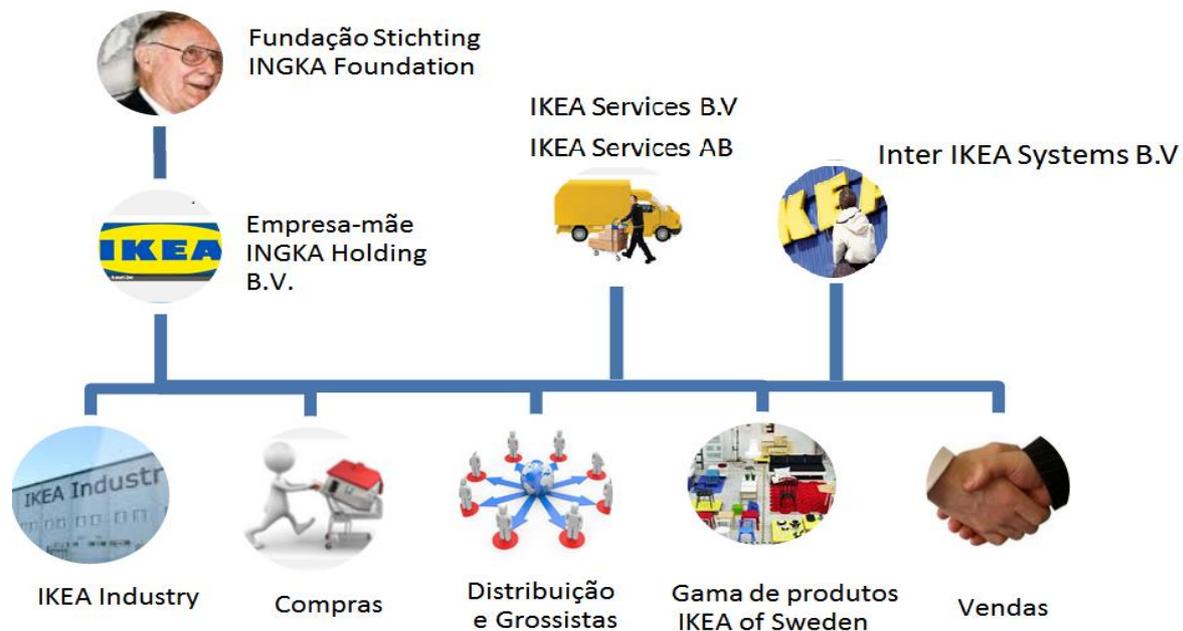


Figura 9 - Estrutura do grupo IKEA (adaptado de (Swedwood, 2012))

Neste momento o grupo IKEA Industry está presente em 11 países e conta com mais de 40 unidades fabris, empregando assim cerca de 15000 colaboradores., os quais produzem mais de 100 milhões anuais de unidades de mobílias e componentes.

3.2 Prioridades da Empresa

Apesar de Ikea Industry Portugal pertencer ao grupo IKEA, esta tem de competir diretamente pelos preços mais baixos entre todas as outras Ikea Industry's espalhadas pelo mundo.

Esta relação de competição interna obriga a todas as empresas do grupo a ter uma melhoria contínua e um grande foco na diminuição de custos através de muitas racionalizações nos processos produtivos.

Este tipo de competitividade industrial acaba por se refletir nos preços dos produtos para o cliente final que usufrui de preços mais baixos e com uma qualidade de excelência.

Para isto o grupo Ikea Industry apoia-se em quatro valores principais. Tais como as pessoas, a simplicidade, o empreendedorismo e o baixo custo.

O entusiasmo e a união são dois fatores importantes para o bom funcionamento das pessoas. Estes dois fatores são altamente importantes pois como a IKEA Industry afirma, o seu desempenho produtivo depende do desempenho dos funcionários.

A simplicidade, um dos valores principais da Ikea Industry é refletido em muitas das soluções aos problemas industriais e na maneira de trabalhar de todos os funcionários.

O baixo custo, advém principalmente das políticas Lean instauradas na empresa, sobretudo na ideologia de não gastar nem tempo nem dinheiro em operações que não acrescentam valor ao produto na visão do cliente final.

O último grande valor da IKEA Industry, o empreendedorismo, refere-se principalmente ao facto de todas as sugestões e problemas em qualquer ponto do espaço fabril, possam ser reportadas por qualquer operário. Este pode dar a sua opinião e sugestão de melhoria e no fim ser recompensado com isso.

3.3 Ikea Industry Portugal:

A Ikea Industry, Portugal faz parte do Grupo IKEA. Esta empresa pertence a um regime de produção exclusiva ao grupo, assegurando assim sempre uma capacidade de produção de uma parte da linha de mobiliário em madeira do IKEA.

Esta empresa, a *Ikea Industry Portugal* é um dos mais atuais projetos do Grupo IKEA e este projeto consistiu na criação de uma fábrica de 130 000m² no norte de Portugal, mais concretamente em Penamaior, Paços de Ferreira, onde a sua construção arrancou em Abril de 2007.

Constituída por 3 fábricas distintas, a Ikea Industry Portugal emprega cerca de 1400 trabalhadores espalhados entre as fábricas: Foil, Lacquering & Print e a Fábrica Pigment, representadas na Figura 10. Uma das maiores vantagens da construção desta empresa em Paços de Ferreira, diz respeito ao facto de esta cidade ser conhecida mundialmente pela qualidade do seu mobiliário e de se encontrar numa posição estrategicamente privilegiada para exportação para o mercado Asiático e Americano.

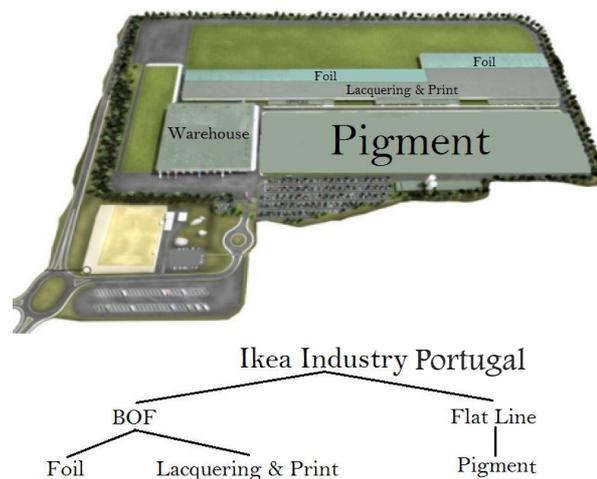


Figura 10 - Mapa Ikea Industry Portugal (IKEA, 2014)

Como mostra a imagem, a IKEA Industry Portugal é constituída por dois sectores distintos, a Flat Line constituída pela fábrica Pigment e o sector Board on Frame, este é constituído pela fábrica “Foil” e pela fábrica Lacquering & Print.

No final, existe também um armazém geral, o Warehouse. Aqui é armazenado todo o produto produzido nas 3 fábricas e enviado diretamente para as lojas IKEA ou para armazéns centrais.

3.4 Medidas De Desempenho

De maneira a aumentar a competitividade do IKEA Industry Portugal sobre as outras fábricas concorrentes, foram desenvolvidas um conjunto de medidas de desempenho quantificadas para que estas possam ser otimizadas e melhoradas. Assim, é possível definir objetivos desejados para um bom funcionamento da empresa e um crescimento seguro. Estas medidas de desempenho estão assim divididas em dois grupos: medidas financeiras (onde avaliam os Valores de Produção) e as medidas não financeiras (Sucatas, Avarias, Absentismo, Horas Extras, Retrabalho e Eficiência).

Embora as medidas financeiras sejam importantes o IKEA Industry considera as medidas não financeiras como sendo medidas de maior importância pois melhorando estas melhoram por consequência as medidas financeiras.

No início de cada mês, ou por vezes no início de cada semana, existem reuniões internas onde são avaliadas as medidas de desempenho não financeiras. Nestas reuniões discutem-se todos os valores de desempenho de cada área e caso algum esteja abaixo do objetivo pretendido discute-se a causa do problema e como se pode resolver.

Assim de todas as medidas de desempenho não financeiras, a que é considerada a mais importante é a Eficiência. Esta calcula-se dividindo o número de horas de trabalho por as horas previstas de trabalho (Disponibilidade) e multiplicando pelo desempenho (Total real de Output/Valor previsto de Output):

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ Horas de Trabalho}}{\text{N}^{\circ} \text{ horas previstas de trabalho}} \times \frac{\text{Total Real de Output}}{\text{Valor Previsto de Output}}$$

3.5 Fábrica Lacquering & Print

Como este projeto foi concretizado na fábrica BOF da Ikea Industry Portugal, mais especificamente na fábrica Lacquering & Print, será abordado mais detalhadamente esta fábrica que possui uma área de trabalho de, aproximadamente, 21000m² e emprega cerca de 500 operadores.

3.5.1 Produtos

A fábrica Lacquering & Print dedica-se unicamente ao fabrico de móveis de estrutura tipo “sanduíche” as quais são mais utilizadas em mesas, estantes e camas. O espaço interior deste tipo de produtos encontra-se parcialmente preenchidos de papel em forma de favo de mel (Honeycomb), isto faz com que estes componentes sejam de baixo peso mas com uma construção estável. Desta maneira obtêm um consumo reduzido de matéria-prima, reduzindo assim os seus preços.

Este género de produtos proporciona assim ao consumidor uma relação entre preço e qualidade bastante competitiva que aliados a um design bastante moderno, faz com que estes produtos sejam líderes de mercado.

Na Figura 11 estão representados todos os componentes da Família BOF.

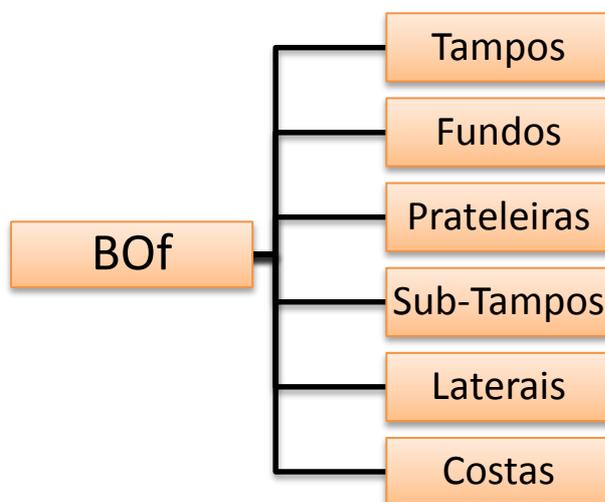


Figura 11 - Família de componentes de estrutura BOF

Na fábrica Lacquering & Print são produzidas atualmente quatro principais famílias de produtos IKEA: Lack, Kallax, Lappland e a Micke. Na Tabela 1, estão apresentados alguns exemplos.

Tabela 1 - Exemplos de famílias de produtos Ikea e seus componentes BOF (Caldeira, 2014).

Familia	Artigo	Componentes
<i>Lack</i>	<p><i>Lack TV</i></p> 	Sub-Tampo 149x55
		Lateral E / D 149x55
		Tampo 149x55
<i>Micke</i>	<p><i>Micke 120x50</i></p> 	Costas 179x820
		Divisória 328.5x315
<i>Kallax</i>	<p><i>Kallax 147x147</i></p> <p>KALLAX 147x147</p> 	Lateral 1392x389
		Divisória 383x336
		Prateleira 1392x386
		Tampo/Fundo 1469/392

Assim, cada família de produtos pode ter vários componentes relacionados. Podem existir assim várias combinações de componentes e a montagem dos respectivos elementos origina um produto desejado pelo cliente.

3.5.2 Fluxo de materiais

Para a representação do fluxo de materiais, fornecedores, processos e clientes foi utilizada a ferramenta SIPOC (Suppliers, Input, Process, Output, Customers). Esta é uma ferramenta visual que numa fase primordial do estudo deve ser utilizada na definição dos processos e assim é possível a criação de um modelo mais detalhado do processo. O SIPOC correspondente da fábrica Lacquering & Print encontra-se na Figura 12.

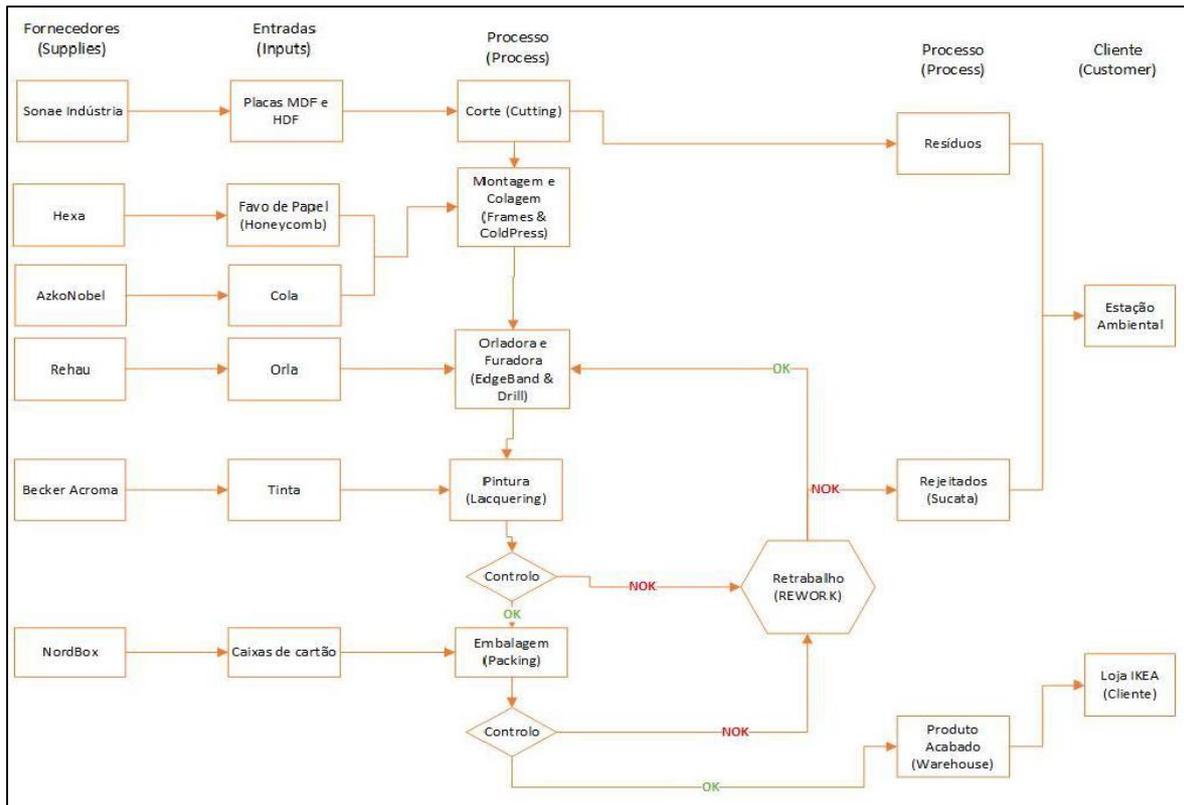


Figura 12 - SIPOC da fábrica Lacquering & Print (IKEA, 2014)

3.5.3 Layout Geral

A fábrica Lacquering & Print está dividida em cinco áreas de produção distintas: Cutting, Frames&ColdPress, EdgeBand&Drill, Lacquering e o Packing, que são assim expostas nos subcapítulos seguintes.

Na Figura 13, está apresentado o fluxo produtivo da fábrica Lacquering&Print desde o início (armazém de matéria prima) até ao final (armazém do produto final).

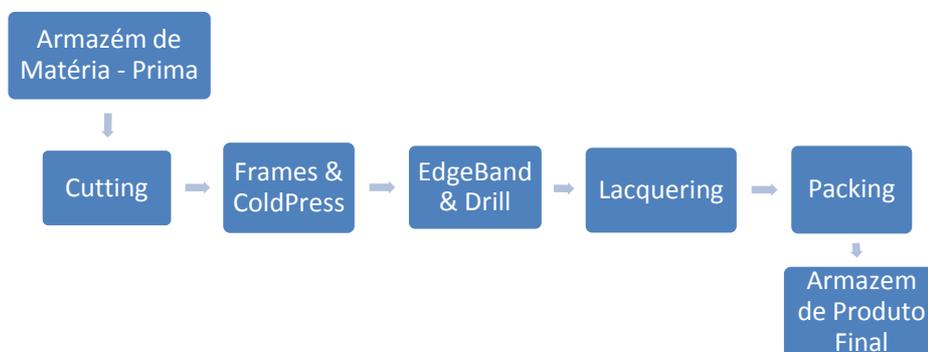


Figura 13 - Fluxo do processo produtivo da fábrica Lacquering & Print (Fonte: Próprio)

O Layout geral da fábrica Lacquering&Print está representado na Figura 14.

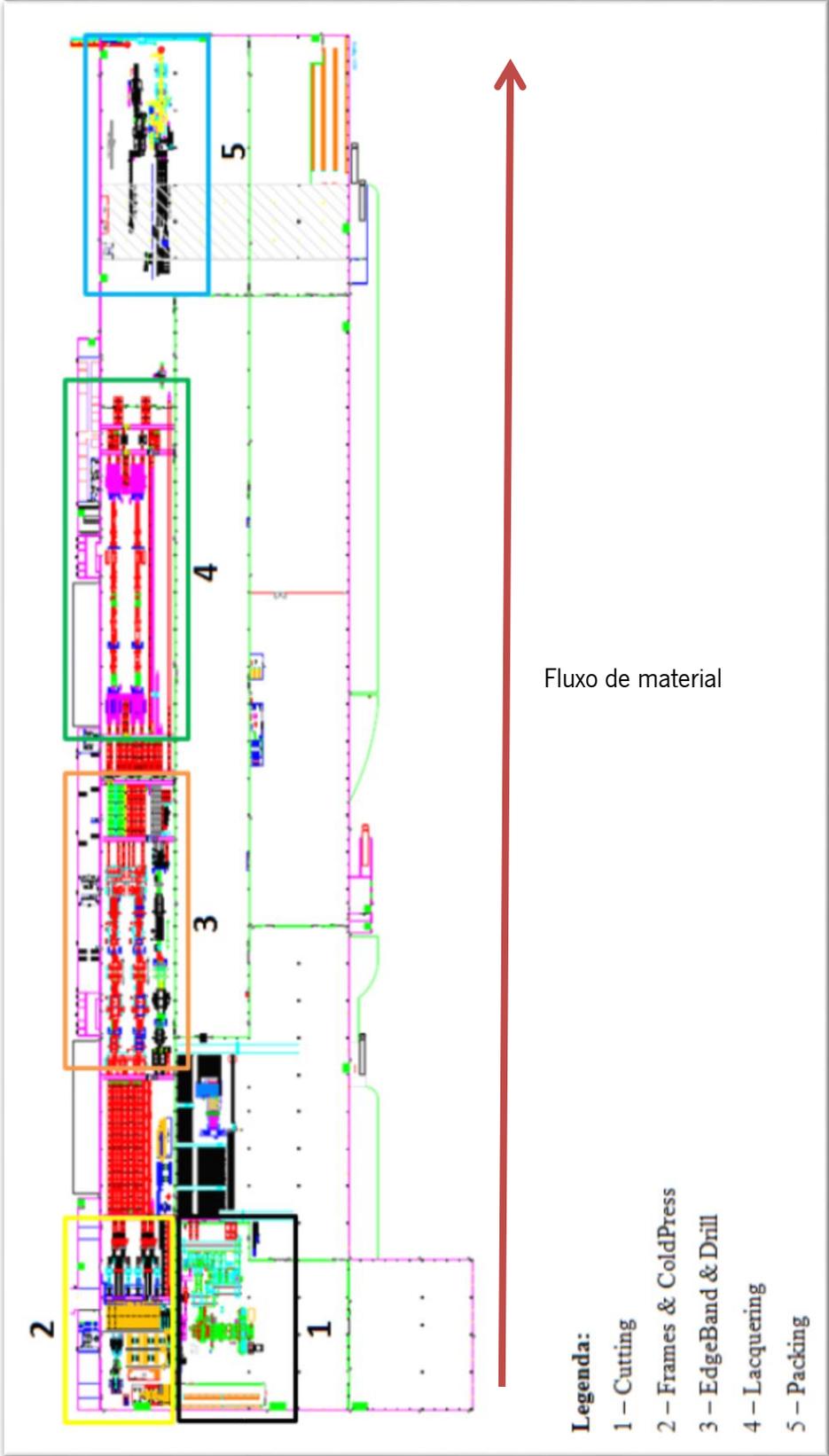


Figura 14 - Layout da fábrica Lacquering & Print (IKEA, 2015)

Como se pode ver na Figura 14, o *layout* da fábrica é bastante coerente fazendo com que os produtos vão ganhando valor numa trajetória uniforme.

Em Anexos 1, é possível visualizar um VSM do produto mais produzido. Este VSM foi realizado e fornecido pelo departamento Lean da fábrica.

3.5.3.1 Cutting

A primeira fase de transformação da matéria-prima é na área do Cutting. Esta é responsável pelo corte da madeira para as duas fábricas BOF (Lacquering&Print e Foil).

Atualmente trabalham nesta zona cerca de 25 operadores no total dos 3 turnos e os três tipos de matéria-prima utilizadas são: Aglomerado, as placas de HDF (high density fiber) e placas de MDF (medium density fiber) e Placas de Melanina.

Nesta área o Aglomerado é cortado de duas maneiras diferentes, em ripas e em cubos, onde de seguida este material abastece a área dos Frames.

De modo a minimizar os desperdícios desta zona é utilizada uma máquina que cola toda a matéria-prima do tipo Aglomerado e assim cria um fluxo contínuo de placa de madeira. Com esta placa de dimensão sem fim, conjugada com um programa de produção bastante elaborado e o corte de Ripas as máquinas de corte de madeira conseguem cortar a madeira de modo a reduzir ao máximo os desperdícios.

Assim os Aglomerados e as ripas de MDF são enviadas para os Frames, o HDF para a ColdPress e as Melaminas enviadas para a EdgeBand&Drill

Os principais pontos de controlo desta área são:

- Tipo de serra usada;
- Desgaste e velocidade de corte da serra;
- Paralelismo do corte;
- Espessura do aglomerado;
- Tolerância das peças.

3.5.3.2 Frames & ColdPress

Os Frames representam a primeira fase, onde se começa a construir o produto.

É nos Frames que são utilizadas as ripas e os cubos cortados no cutting.

Esta é uma área de elevado trabalho manual, aqui no total dos 3 turnos trabalham cerca de 190 operários (maioritariamente do sexo feminino, devido à sua maior destreza para estes tipos de trabalho). Estes têm de colar as ripas de forma a fazer uma moldura do produto. Para uma maior resistência colam também os cubos cortados do Cutting.

De seguida, na Coldpress os frames são preenchidos de favo Honeycomb, num processo também manual mas com bastante ajuda de máquinas automáticas.

Neste posto colam-se então duas placas de HDF aos Frames, criando assim uma estrutura chamada de Sandwich, onde estes são segregados em lotes e prensados durante 10 minutos.

3.5.3.3 EdgeBand & Drill

A EdgeBand & Drill é constituída por 3 linhas de produção. Estas são responsáveis pelas furações e colocação das orlas nos produtos. Aqui no total dos 3 turnos trabalham cerca de 70 operários.

As furações nas peças servem para que estas encaixem umas nas outras de maneira a concretizar uma peça de mobiliário.

As Orlas são fitas que se colam nas laterais das peças para que quando o móvel estiver montado não se visualize nenhum elemento do interior da peça.

Das 3 linhas da EdgeBand uma delas dedica-se à orlagem e furação dos elementos de Melamina, e as outras duas destinam-se à furação e orlagem dos produtos da área anterior.

Nesta área os principais pontos de controlo são: o tamanho das orlas e tamanho dos furos nas peças.

3.5.3.4 Lacquering

A área Lacquering é atualmente composta por 3 linhas de produção. É nesta área que os produtos da Lacquering & Print e algumas Melaminas são pintados.

Atualmente, a linha 3 é dedicada a pintar apenas Melaminas. Enquanto nas duas linhas principais pintam todos os outros elementos BOF.

O seu processo de pintura começa por lixar as peças, aplicar Sealer e Filler para tornar a superfície mais lisa e impermeável. De seguida aplicam a pintura sobre essa superfície.

No final da linha existe uma equipa de controlo de qualidade visual que retiram as peças defeituosas impedindo que estas sigam para a fase seguinte com defeitos.

No final das linhas existem máquinas viradoras que viram as peças para estas serem pintadas no seu segundo lado.

Nesta área trabalham cerca de 60 operadores e estes têm como principais aspetos de controlo a temperatura e viscosidade da tinta aplicada, o brilho das peças, a quantidade de tinta aplicada em cada peça e o tempo de cura das peças.

3.5.3.5 Packing

O Packing é constituído por 3 linhas distintas. Duas para embalamento das peças da Lacquering&Print e a outra linha para embalamento das peças da fábrica Foil.

Aqui, no culminar dos 3 turnos trabalham cerca de 150 operários, os quais alteram entre linhas dependendo da produção.

Nesta fase o produto é embalado juntamente com as ferramentas, peças e instruções necessárias para o produto final poder montar perfeitamente o móvel.

Nesta área realiza-se o embalamento das peças, com cartão e no fim são plastificadas com as especificações previamente decididas pelo Grupo Ikea.

4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA ÁREA EM ESTUDO

Neste capítulo será descrito de maneira pormenorizada a secção em estudo, a área Lacquering da Lacquering & Print. Assim será analisado o seu processo de produção, fluxo de materiais, o desempenho, máquinas, número de operários, taxa de defeitos média atual, principais problemas, seus produtos e como acrescenta valor ao produto final.

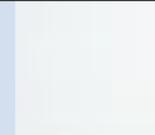
Atualmente o Lacquering é constituída por 3 linhas de pintura, como mostra a Figura 15, a linha um e dois que são exatamente iguais, e uma terceira linha mais recente construída para auxiliar as outras duas linhas e para pintar outro tipo de produtos.

4.1 Sistema produtivo da Lacquering.

A área Lacquering da fábrica Lacquering & Print, como foi dito anteriormente, é responsável pela pintura dos produtos desta fábrica e recentemente adquiriu uma terceira linha que por vezes pode pintar Melaminas utilizadas na fábrica Pigment. Internamente, o nome dado as cores pintadas são: Black Brown, Birch, Orange, Green, White 5 Smooth, White Basic.

As cores estão demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2- Cores aplicadas na área Lacquering

Black Brown	Birch	Orange	Green	White 5 Smooth	White Basic
					

Todas estas cores são aplicadas nas linhas de pintura do Lacquering através de pintura por rolos, embora as cores Black Brown e Birch tenham um processo de pintura um pouco diferente das restantes.

Estas, em vez de levar mais uma terceira camada de cor base, levam um processo adicional ao qual se chama de Printing. Este processo encarrega-se de desenhar na pintura uma textura semelhante à da madeira. O Printing é um processo realizado com rolos especiais e com tintas de á base de água com uma cor avermelhada. Atualmente nas linhas do Lacquering pintam-se partes das famílias: Lack, Lack Tv, Micke add on High, Micke Desk, Micke Drawer, Hemnes, Tyssedal, Kallax e Lappland da marca IKEA. Porém, existe uma forte tendência de diversificar a produção para mais e novos produtos da marca Ikea. Na Figura 15, está representado o Layout da área Lacquering as suas máquinas tanto da linha 1, 2 e 3.

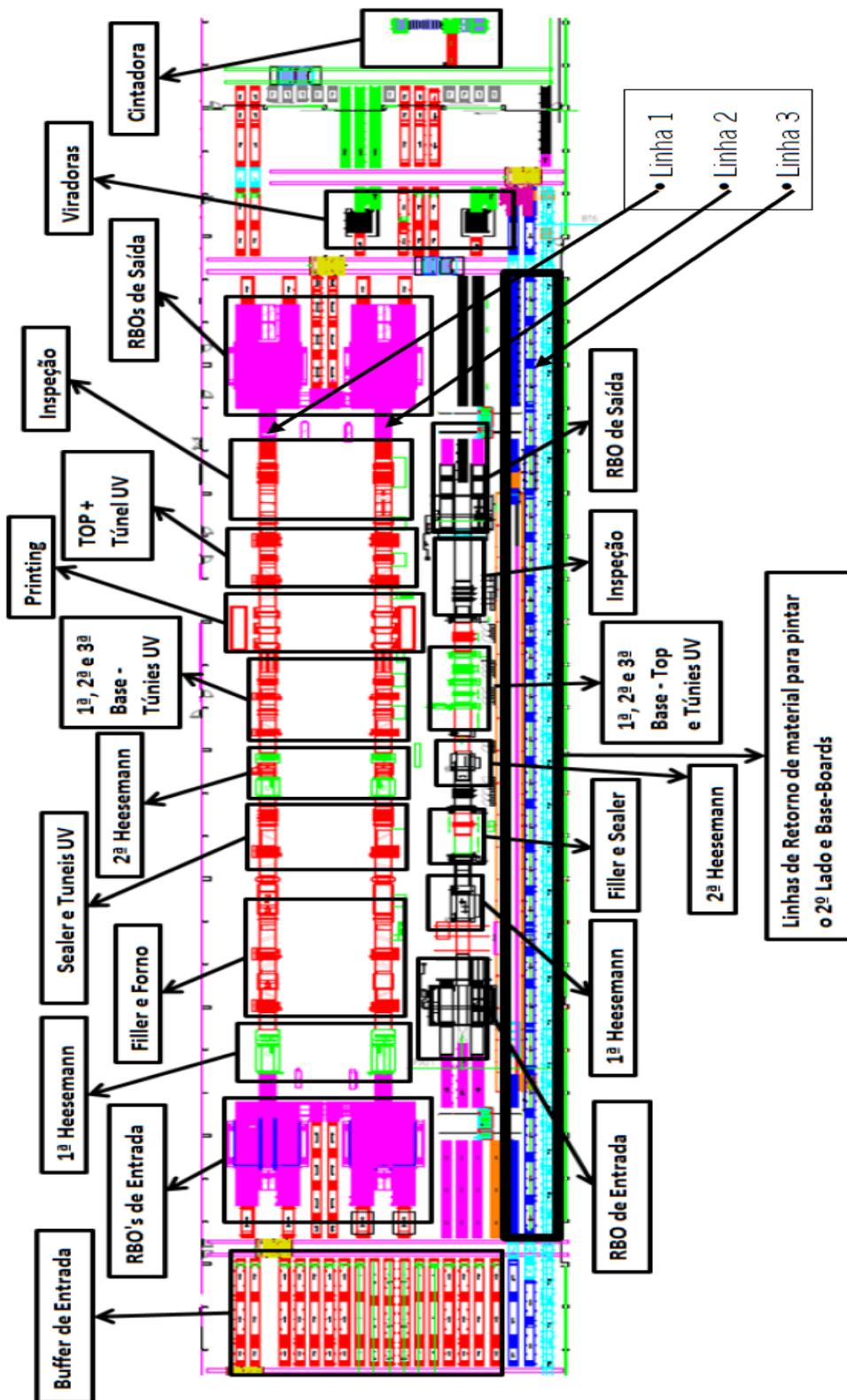


Figura 15 - Layout com legendas da área Lacquering

Como mostra o gráfico de análise do processo (Figura 16), e tendo em consideração que a velocidade da linha é sempre constante, o tempo que um produto demora a atravessar toda a área do Lacquering é cerca de 3 minutos e 25 segundos (sem contar com os Buffers e a máquina de Cintar). Este tempo é constante e independente da cor que se pinta, pois o tamanho da linha é sempre o mesmo (125 metros).

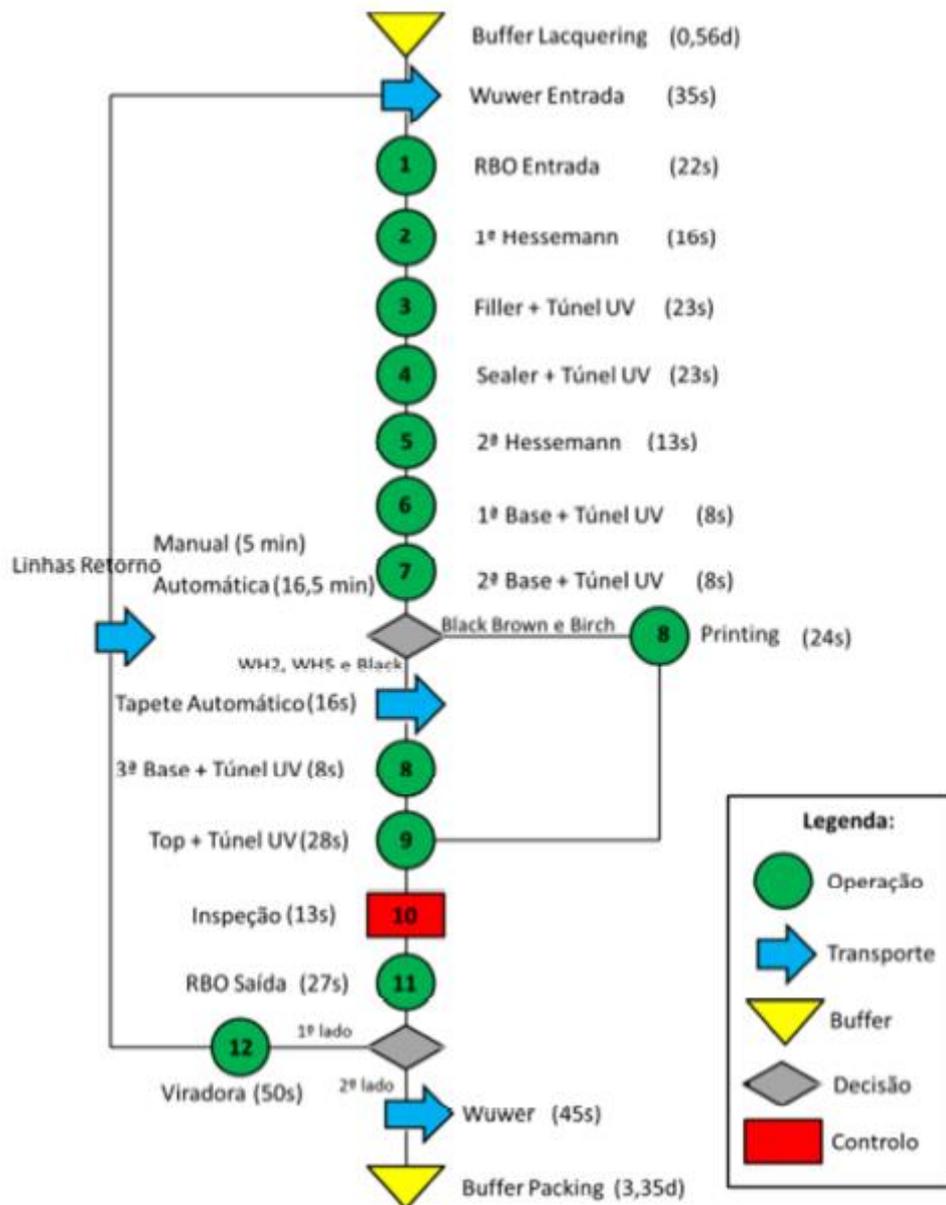


Figura 16 - Análise de processo do Lacquering, Fonte: (Dissertação Ribeiro, Luís Pedro 2012)

O processo produtivo desta área começa assim no Buffer de entrada Figura 17b. Aqui, o produto proveniente da EdgeBand & Drill chega em tipos de paletizações variadas e sobre Base-Boards que são tábuas onde o produto assenta para que este transportado com maior segurança, como mostra a Figura 17a.

No processo seguinte, e conforme o planeamento de produção, estes conjuntos com materiais entram nos RBOs de entrada (da linha 1 ou 2) por comando do seu operador.

O RBO de entrada é um braço automático com ventosas que retira ordenadamente o material dos Base-Boards e o coloca na linha de produção.

Depois da matéria estar na linha de produção, esta entra na primeira máquina de Lixar, a 1^a *Heesemann*, através de tapetes transportadores. Neste ponto as peças são lixadas de acordo com as especificações. De seguida, as peças passam na máquina *Filler* que introduz uma camada de líquido que preenche as imperfeições da peça. Posteriormente a peça seca no forno que se encontra imediatamente a seguir para garantir uma textura uniforme por toda a peça. Continuando na linha, as peças passam pela máquina *Sealer* que introduz uma película impermeável a todas as peças, assegurando assim uma maior proteção destas contra o ambiente e aumentando bastante a qualidade de produto.

No seguimento deste último processo, as peças passam num túnel UV e numa segunda máquina *Heesemann*, onde são preparadas para pintar. Esta operação existe para que a tinta adira à peça com uma maior qualidade e eficiência.

Posteriormente e tendo em conta a cor de que se vai pintar as peças, existe uma combinação de trabalho entre as máquinas de 1^a, 2^a e 3^a base ou de Printing. Esta combinação é definida conforme sejam cores uniformes ou imitações de madeira.

Realizado todo o processo de pintura, as peças passam num tapete onde os operários procedem a um controlo de qualidade à pintura, ou seja, analisam visualmente todas as peças comparando com uma peça padrão. No final são paletizadas automaticamente pelo RBO de saída. Neste ponto, caso seja necessário pintar a peça no seu segundo lado, estas vão para a máquina viradora e entram na linha de retorno onde voltam ao Buffer inicial para pintar o segundo lado.

Depois das peças passarem pela segunda vez no RBO de saída, dão entrada no Buffer de saída do Lacquering.

Aqui um empilhadorista coloca uma palete sobre os Base-Boards com produto e transporta-os para uma máquina de cintar. Desta maneira, o produto entra na área do Packing sobre paletes e cintado para uma maior segurança, como demonstra na Figura 17c.

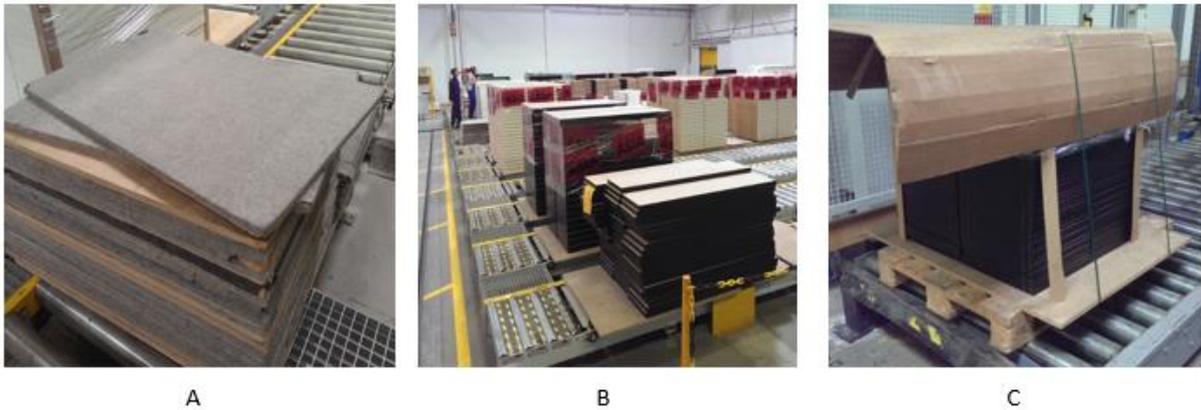


Figura 17 - Representação de: a) Base-Boards agregados, b) Buffer de entrada, c) Produto final

Como se pode ver na imagem de processo (Figura 18), as peças por pintar dão entrada no Buffer inicial do Lacquering (Figura 17b) proveniente da área EdgeBand & Drill. Assim, consoante o tipo de peça a dar entrada, as máquinas são programadas com ajuda dos parâmetros técnicos fornecidos. Com ajuda das lixas, Sealler, Filler e tintas existe todo o processo de transformação sucedido por uma inspeção das peças, que seguem para a próxima área em paletes cintadas e protegidas (Figura 17c).

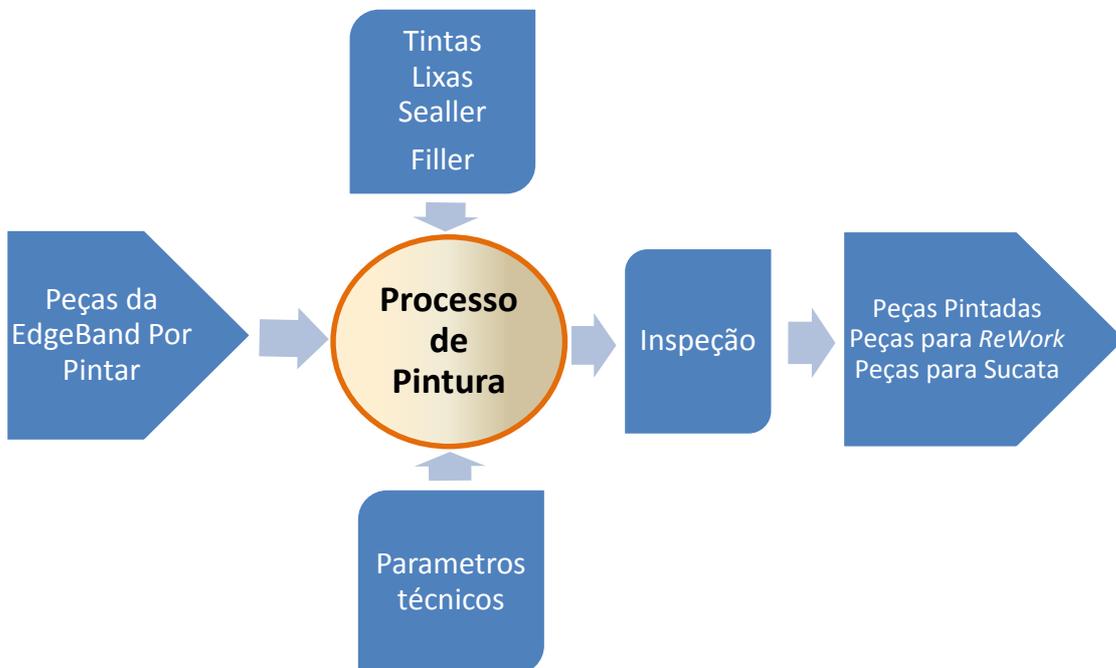


Figura 18 - Processos da área Lacquering

4.2 Postos de trabalho

Em todas as áreas do Ikea existem, para além dos operários, os responsáveis da área, os Chefe de Linha (Team Leader), o Tecnologista da área, o formador da área, o Especialista, os “Formens” (Responsável pela a organização da equipa de toda a área) e os responsáveis da qualidade.

Neste subcapítulo descreve-se melhor todos os postos de trabalho da área Lacquering e as operações que os seus operários efetuam.

4.2.1 WuWer de Entrada e RBO de entrada

Este posto de trabalho é constituído por 3 trabalhadores por turno (um por linha). Estes estão encarregues de abastecer as linhas de produção com produto do buffer inicial e de acordo com o planeamento de produção. Para isso contam com a ajuda dos RBOs e da máquina Wuwer. A Wuwer é um AGV (*automated guided vehicle*) que transporta automaticamente ou por comando dos operadores deste posto o material do buffer inicial para as entradas dos RBO's. Depois do material estar no RBO, este, através de braços robotizados e ventosas, retira o material dos Base-Boards e coloca as peças ordenadamente na linha de produção.

Estes operários também estão encarregues de retirar as etiquetas de identificação das paletes e os sacos ou películas de plásticos que estão a envolver as peças por motivos de segurança e de qualidade do material.

4.2.2 Linha De Pintura

Em cada linha de pintura existem 2 operários, ou seja, 6 operários para as 3 linhas. Estes têm como principal função garantir um fluxo contínuo de material e a sua qualidade.

Para isso, têm de garantir um abastecimento de tinta das cubas nas máquinas de pintura, ajudar o Line-Leader a fazer os Setups de cor, manter a linha limpa e organizada e controlar o processo de pintura através de ajustes nas máquinas mantendo sempre a qualidade dos produtos dentro dos parâmetros desejados.

4.2.3 Posto de Controlo

São os operários dos postos de controlo que estão encarregues de proceder à maioria dos controlos periódicos das linhas de pintura. Estes têm de hora em hora fazer os controlos de gramagem das peças nas linhas 1 e 2, de meia em meia hora têm de controlar a viscosidade das tintas dos rolos de *printing*

(quando se está a pintar BlackBrown ou Birch). Têm também periodicamente de controlar a temperatura das tintas e realizar os testes do Grafite das máquinas de lixagem.

Estes operários têm de preencher os valores obtidos nestes testes e depois inserir os valores na base de dados.

Controlo da gramagem: Este tipo de controlo é usado para saber a quantidade de tinta que é aplicada nas peças. Para isto os operários pegam numa peça por pintar, pesam essa peça e de seguida colocam na linha de produção antes das máquinas de pintar. Depois de passar na máquina de aplicação de tinta, sealer ou filler o operário pesa de novo a peça e através da diferença de peso este consegue saber a quantidade de tinta que se está a aplicar por metro quadrado de peça.

Controlo de Viscosidade das tintas: Este tipo de teste só se realiza nas máquinas de Printing. Neste controlo o operário tira uma amostra de tinta e cronometra o tempo que esta demora a escorrer um determinado recipiente. Para isso é necessário a existência de um tempo padrão. E assim se demorar mais ou menos tempo que o tempo padrão o operário tem de proceder a ajustes. Para isso, este tem de adicionar mais tinta caso demore menos tempo que o tempo padrão, ou adicionar água caso o tempo medido seja superior ao tempo padrão.

Controlo da temperatura das Tintas: Saber se as temperaturas das tintas se encontram dentro da temperatura estabelecida é essencial para um correto processo de pintura. Para isso o operário, através de uma pistola de medição a laser, mede a temperatura das tintas á saída das máquinas de pintura e compara-as com a temperatura ideal. Caso a temperatura não esteja conforme, o operário deve avisar o Tecnologista da área.

Teste do Grafite: Este teste é usado para verificar o correto funcionamento das máquinas de lixagem.

Para isso o operário deve fazer um “desenho” com grafite nas peças que estão a pintar. Este desenho é específico e já previamente definido de modo a cobrir toda a peça. Assim o operário coloca antes das máquinas de lixar a peça com o desenho e depois de esta passar na máquina de lixar o operário compara a peça que realizou o teste com uma amostra padrão. Se verificar que a peça não está conforme as especificações pretendidas este tem de recorrer a ajustes na máquina de lixar. Caso o problema continue deve-se proceder a troca de lixas.

4.2.4 Line-Leaders

No Lacquering existe um Line-leader por linha, ou seja, 3 por turno, 9 no total. Este operário é responsável por controlar a qualidade e o fluxo contínuo das peças. Para isso este tem de realizar todos os ajustes

necessários para que as peças se encontrem dentro das especificações pretendidas. Tem de garantir a existências de consumíveis na linha e manter esta limpa e organizada.

Quando é necessário efetuar manutenção de primeiro nível e Setups de cor o Line-leader tem de efetuar estes procedimentos o mais rápido e corretamente possível.

4.2.5 Inspeção Visual

No final da linha de pintura está situado o posto de trabalho de Inspeção Visual. Neste posto trabalham 3 pessoas por linha, ou seja 27 no total. Aqui os operários são responsáveis por verificar se as peças têm algum tipo de defeito visual. Para além dos defeitos detetados visualmente estes operários também têm de realizar segundo uma rotina, 3 tipos de testes distintos:

Controlo de cor, onde os operários comparam as peças que estão a ser pintadas com uma de referência.

Controlo de brilho, onde através de um Brilhómetro os operários verificam o nível de brilhos das peças a serem produzidas.

Controlo de adesão, onde se verifica se a tinta que está a ser pintada se descasca com facilidade.

4.2.6 RBO, Wuwer e Shutter da Saída

O operário do RBO de saída é responsável por retirar as peças que se encontram na linha de pintura e de as agregar em *Base-Boards* com a configuração que a próxima área deseja receber o material.

Nesta área de trabalho opera um trabalhador por linha, ou seja 3 por turno, 9 no total.

Aqui as peças que ainda têm de pintar a parte de baixo vão para as máquinas viradoras através da *Wuwer* e de forma organizada de seguida entram ou na linha de retorno ou no *Shutter*. O *Shutter* funciona como linha de retorno para material mais urgente pois consegue devolver as peças do Buffer de saída até ao *Buffer* de entrada com uma maior velocidade que a linha de retorno.

Depois de o segundo lado estar pintado, ou caso não seja para pintar o segundo lado de certas peças, estas, através de sistemas automáticos de transporte, dão entrada no *Buffer* da máquina de cintar onde aguardam a sua vez para serem paletizados e cintados.

4.2.7 Máquina de Cintar

Á máquina de Cintar é operada por um operário por turno. Neste posto, é necessário que o operário carregue a máquina com uma paleta Ikea ou Euro paleta, dependendo do produto que está a cintar.

A diferença entre estas é que as Euro paletes são usadas quando o produto está sob dois Base-Boards e as paletes IKEA são usadas quando o produto está sob 3 Base-Boards.

Quando o produto está na entrada da máquina de cintar o operário deve colocar cartão sobre as peças de modo a que fiquem protegidas quando estas são cintadas.

4.2.8 Material Handler

No Lacquering existe um Material Handler por turno, ou seja, três no total. Este operário é responsável por armazenar e identificar todo o material rececionado. Este deve verificar periodicamente os *Stocks* de material utilizado e caso seja necessário deve reportar material que possa vir a ter rotura de *Stock*. Cabe a este operário abastecer as três linhas de produção sempre que estiver a faltar algum tipo de material.

4.2.9 Staker e Stock Leader

Staker e Stock Leader são dois trabalhos que pertencem ao mesmo operário. Aqui um operário por turno está encarregue de controlar as necessidades para alimentar a próxima área, o Packing. Este, através de um *Staker* (Porta paletes automático), transporta todas as paletes que são mais urgentes para o Packing.

4.3 Defeitos e Parâmetros de Controlo

Como foi dito anteriormente, o material produzido com defeito é considerado um dos grandes desperdícios da produção pois tempo e recursos foram investidos nas peças que depois vão ser consideradas como sucata, criando material que não traz qualquer benefício à empresa.

Tendo isto em conta, a área do Lacquering recorre a uma série de controlos de parâmetros de maneira a minimizar os gastos com defeitos.

Através de controlos periódicos e consequentes ajustes tenta-se manter os parâmetros dentro dos limites já previamente definidos.

Estes parâmetros dividem-se em 3 grandes grupos: Os Parâmetros de lixagem - estes parâmetros são alterados consoante as peças que se vão pintar. Estes parâmetros correspondem ao número de lixas necessárias, o grão da Lixa, a velocidade da lixa, a pressão da lixa na peça, a distância de lixagem, etc.

Os Parâmetros de Pintura - onde se controla a velocidade e altura do rolo aplicador, a velocidade e altura do rolo espatulador, a pressão das bombas, a temperatura da tinta, a quantidade de tinta aplicada, a viscosidade da tinta e a densidade da tinta.

E por fim os Parâmetros Gerais - onde são controladas a quantidade de lâmpadas UV ligadas, a altura e potência da última lâmpada UV, os espaçamentos entre as peças, a velocidade da linha, o tempo de cura, etc.

Apesar de todos os esforços feitos pela equipa do Lacquering em controlar ao máximo todos os processos críticos que influenciam a pintura das peças, acabam sempre por existir alguns defeitos nas peças.

Para a deteção destes defeitos existe um posto dedicado a 100% à deteção de defeitos nas peças (Inspeção Visual). Aqui os operários inspecionam visualmente todas as peças pintadas nas Linhas de pintura. Neste posto todos os defeitos detetados são registados, mesmo que esses não tenham origem no processo de pintura. Quando é detetado algum defeito nas peças, o operário retira essa peça da linha e coloca-a num local separado. Estas peças são agregadas para um de dois fins, ou serve como material para sucata, ou material para retrabalho.

O material que vai para retrabalho, caso seja defeito de pintura, entra outra vez na linha de pintura através da linha de retorno e volta a ser pintado (retrabalho Interno), ou em casos mais delicados, o material é enviado para a zona de reparações (retrabalho Externo).

Como o Lacquering é a última área da fábrica que acrescenta valor ao produto, quando as peças são inspecionadas na zona de Inspeção visual não só se encontram defeitos de pintura como também se encontram defeitos cometidos em outras áreas da Lacquering & Print, tais como defeitos de orla e peças com empeno, (entre outros).

4.4 Estado da área em relação ao Lean Manufacturing

Durante o processo de avaliação do sistema produtivo da área Lacquering, foi possível verificar o seu estado de aplicação da Filosofia Lean.

Desta maneira, foi verificado que esta empresa apresenta um elevado empenho em reduzir desperdícios com a utilização de várias ferramentas Lean, tais como: automatismos, sistemas de gestão visual, Poka-Yokes, normalização de trabalho, aplicação de políticas 5'S, entre outros.

4.4.1 Automação Através de Robôs.

Esta talvez seja a mais importante de todas as técnicas utilizadas pela zona de Lacquering, pois todo o processo de produção é automático desde a colocação das peças na linha de produção, da lixagem das peças, todo o processo de pintura, a recolha das peças da linha e o transporte de peças dentro da área. Assim, assegura-se uma redução significativa de peças com defeito de origem humana e uma capacidade produtiva muito elevada.

4.4.2 Política 5's

Tendo em conta a elevada taxa de resíduos e lixo que este tipo de Indústria cria, a IKEA Industry Portugal, criou uma política de 5's de modo a ter uma fábrica o mais organizada e limpa possível.

A zona do Lacquering não escapa a esta política, sendo constantemente alvo de auditorias 5'S, obtendo normalmente pontuações bastante elevadas. Nas duas últimas auditorias obteve a pontuação de 85 e 88 em 100. Na Figura 19, pode-se verificar um dos exemplos da aplicação da ferramenta dos 5S.



Figura 19 - Exemplo de marcações para melhor organização do material

4.4.3 Gestão Visual

A Gestão visual é também uma forte aposta por toda a fábrica. Existem quadros de área onde todos os dias existe uma reunião em que se discute a taxa de produção, o número de defeitos e os acidentes do dia anterior. Também se discutem problemas que ocorreram e precisam de ser resolvidos e qualquer outro assunto que possa ser pertinente. Na Figura 20, encontra-se demonstrado o quadro da área do Lacquering.



Figura 20 - Quadro de linha

Existem também quadros espalhados nos corredores da área (Figura 21) explicando várias ferramentas Lean como a técnica SMED, 5'S, explicam também os 7 principais desperdícios do Lean e algumas políticas internas.



Figura 21 - Fotografia dos quadros com informação Lean

Em todas as áreas também existem ecrãs com toda a informação sobre o produto que estão a produzir, a velocidade da linha entre outras informações importantes, (Figura 22).



Figura 22 - Fotografia de ecrãs de informação na área de trabalho

4.4.4 Normalização De Trabalho

Atualmente existe também uma política de normalização de trabalho por toda a fábrica. A este projeto é dado o nome de Standard Work e tem como objetivo dar toda a informação necessária aos operários de modo a reduzir os seus erros e a criar maneiras de trabalhar padronizadas.

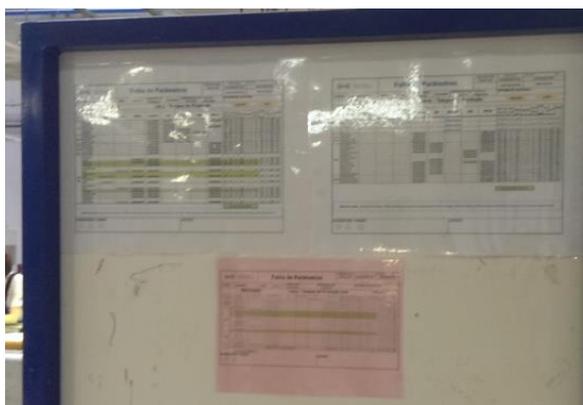


Figura 23 - Exemplo de folhas de instrução colocadas no centro da produção

Este trabalho necessita de um acompanhamento a tempo inteiro pois sempre que há alguma alteração nos procedimentos de trabalho, Deve-se alterar as folhas de Standard Work. Na Figura 23, estão demonstradas algumas folhas de instruções colocadas no centro da produção.

A maioria das instruções de trabalho estão colocadas em capas e os operários são incentivados a consultá-las sempre que surgir algum tipo de dúvida. Outras mais importantes estão afixadas em várias zonas da produção de maneira a não passarem de despercebidas.

4.5 Identificação de Problemas

Neste Subcapítulo da Análise e Diagnóstico da Área em estudo descreve-se com maior detalhe os principais problemas encontrados na zona do Lacquering. No final existe uma síntese de todos os problemas em forma de tabela.

4.5.1 Defeitos

Como referido na revisão bibliográfica, os defeitos são considerados como um dos piores desperdícios que podem existir numa empresa, porém pior que isso, é deixar os defeitos seguirem para os clientes. Por isso, no final das linhas de pintura do Lacquering existem 3 equipas de inspetores visuais (uma equipa por linha de pintura), que inspecionam todas as peças que se pintam nesta área.

Aqui todas as peças com defeitos são separadas das que se encontram conformes com o desejado. Após esse controlo, todos defeitos encontrados são registados e catalogados numa folha de controlo. Assim, tendo acesso a essa lista de defeitos, foi elaborado um levantamento de todos os defeitos registados no mês anterior ao do início deste estudo, para que se possa avaliar quais os defeitos mais persistentes e como se pode diminuir o seu valor.

Assim, no mês de Novembro de 2014, a área Lacquering registava que 2.16% da sua produção tinha defeitos, como se pode verificar na Tabela 3.

Tabela 3 - Lista, número e percentagem de defeitos de Novembro de 2014

Tipo de Defeitos	Número de defeitos	% Dentro dos defeitos
Superfície com buracos	8197	32.1%
Casca de Laranja	5420	21.2%
Quebrado	1716	6.7%
Riscos do Top	1674	6.6%
Riscos do Printing Vertical	1338	5.2%
Manchas paragem da linha	1294	5.1%
Riscos do printing Transversal	954	3.7%
Peças danificadas	659	2.6%
Cascas de laranja no frame	616	2.4%
Desbaste do HDF	523	2.0%
Tinta Descascada	431	1.7%
Riscos do Filler	433	1.7%
Salpicos de tinta	397	1.6%
Manchas de lixagem	267	1.0%
Manchas do Top	242	0.9%
Excesso de produto	26	0.1%
Orientação da pintura errada	192	0.8%
Sujidade por baixo	191	0.7%
Manchas Printing	183	0.7%
Riscos de pressão da lixagem	16	0.1%
Sujidade em cima da peça	123	0.5%
Peças com empeno	116	0.5%
Marcas	115	0.5%
Falta de pintura	97	0.4%
Casca de laranja frames	90	0.4%
Riscos da base	66	0.3%
Cor incorrecta	51	0.2%
Superfície picada	54	0.2%
Riscos do embossing	25	0.1%
Excesso de filler/Sealler	29	0.1%
Falta de Embossing	20	0.1%
TOTAIS	25555	1

Tendo assim os dados todos numa tabela, foi construído um gráfico circular para ter uma melhor noção visual do volume de cada defeito.



Figura 24 - Representação da proporção dos defeitos de Novembro 2014

Como se pode verificar no Diagrama circular, Figura 24, apesar de existirem vários tipos de defeitos nesta área, a maior parte deles (53.3%) são defeitos como casca de Laranja ou superfície com buracos. Sabendo que a totalidade da produção neste mês foi de 1 183 945 peças, pode-se verificar que 2.16% da produção deste mês necessitava de Retrabalho, ou seria considerada sucata. Apesar de 2.16% de produção ter defeitos ser um valor baixo, quando se trata de níveis de produção da escala do Ikea Industry Portugal, 2.16% da produção de um mês, equivale a várias toneladas de produto defeituoso.

Atualmente, a área do Lacquering, através de vários estudos calculou que cada peça a precisar de retrabalho ou que será considerada sucata tem um custo médio para a empresa de 0,27 Euros.

Assim, através de uma conta simples pode-se saber que neste mês de novembro, a empresa teve um custo de cerca de 6.900 Euros com defeitos apenas da área do Lacquering.

4.5.2 Problema com o RBO de Entrada

Um dos maiores problemas encontrados na zona do *Lacquering* da *Ikea Industry* foi o facto de que por vezes o RBO de entrada pegava em peças não desejadas, originando assim paragens de linha e por vezes danificação de peças.

A origem deste problema decorre da zona anterior da fábrica, a *Edgband&Drill*. Na zona final desta fábrica um RBO de saída, retira as peças da linha e empilha-as em *Base-Boards*, criando assim lotes de até 55 peças em altura.

Estas peças que são bastante “lisas” de ambos os lados exercem uma elevada pressão nas peças debaixo do lote devido ao seu peso. Esta combinação de peças lisas e a elevada pressão entre elas faz com que haja uma ausência de ar entre as peças criando assim um ambiente de vácuo entre elas.

De todas as peças pintadas nesta área, as mais afetadas com este problema, são as peças da família *Kallax*. Quando estes lotes chegam a sua próxima etapa, o RBO de Entrada do Lacquering automaticamente retira as peças do lote uma a uma e coloca-as na linha de pintura, através de um sistema de ventosas. Porém, o ambiente de vácuo criado em algumas situações faz com que o RBO ao pegar na peça de cima do lote, pegue também na peça seguinte, fazendo com que entre uma peça em cima da outra na linha de pintura, resultando na danificação de peças e paragem da linha, como mostra a Figura 25.

Este problema é de elevada importância pois a linha é interrompida várias vezes por este motivo. A resolução deste problema foi reiteradamente solicitada, porém, nunca nenhuma solução foi bem-sucedida. Atualmente sempre que se pinta peças da família *Kallax* um operário está destacado para ficar na linha a separar peças afetadas por este problema, contudo esta solução não é a mais eficiente, pois ocupa o tempo de um operário com trabalho que não acrescenta qualquer tipo de valor ao produto.

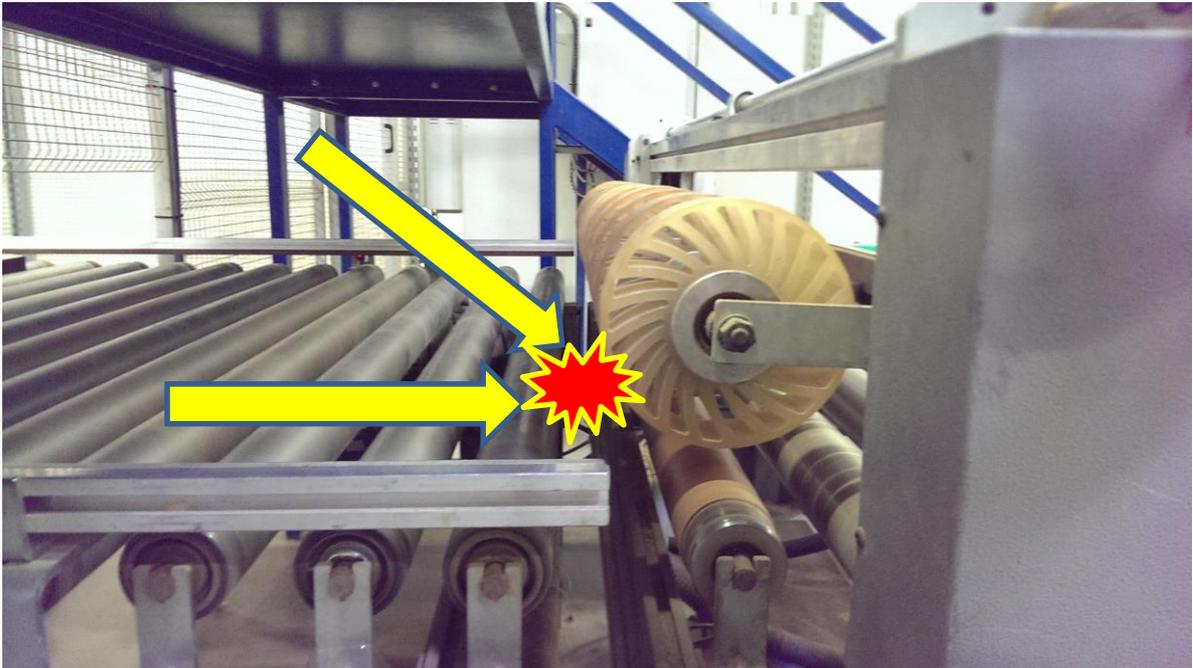


Figura 25 - Explicação das consequências do problema

Como mostra a Figura 25, quando acontece este problema, as peças ficam entaladas neste mecanismo de travagem e acabam por danificar produto e param a produção.

4.5.3 Ergonomia Dos Postos De Trabalho

Através de queixas de operários e rápidas avaliações foi verificada a existência de dois grandes problemas ergonómicos na área do Lacquering.

4.5.3.1 – Problemas ergonómicos nos transportes de baldes de tintas

Durante a época de análise dos problemas de produção da zona do Lacquering foi muitas vezes verificado operários a transportar baldes de tinta em carros de transporte em posições ergonómicas que de forma evidente eram avaliadas como incorretas, e facilmente poderiam trazer lesões aos operários que utilizam estes carrinhos com frequência, como é o caso dos Line Leaders e dos Material Handler. O carrinho, como mostra a Figura 26, possui uma pega de aplicação de força a uma altura bastante baixa, fazendo com que os operários tenham de proceder a uma incorreta posição para transporte de Tintas.



Figura 26 - Carrinho de transporte de tintas

Após uma queixa de um colaborador relativamente a dores na zona lombar, após várias horas de trabalho a transportar baldes de tinta, foi elaborado um estudo sobre as características deste carrinho de transporte.

Para a avaliação ergonómica do carrinho de transporte de tintas foi em primeiro lugar medida a altura em relação ao chão da pega de aplicação de forças.

Assim, verificou-se que esta encontra-se a 0.50 metros do chão. Como mostra a Figura 27.

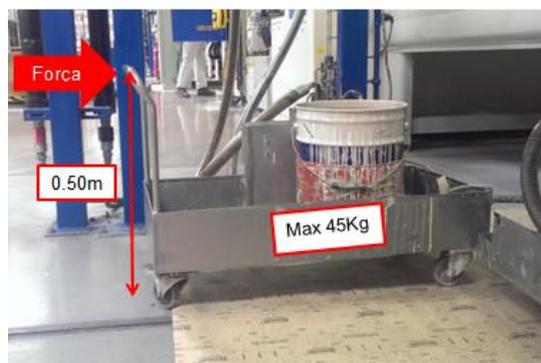


Figura 27 - Carrinho atual e as suas principais características

Neste sentido, foi comparada essa medida com a medida da altura do cotovelo em relação ao chão de 95% da população masculina portuguesa, (neste caso foi escolhida a população masculina, pois esta é a que obtém maiores valores de altura e visto que este problema deve-se à baixa altura da pega, é necessário fazer o estudo tendo em atenção os casos mais extremos).

Assim, verificou-se que a altura a que deveria estar a pega de modo a se adequar a 95% da população masculina portuguesa seria de 1,134 metros com um desvio padrão de 0,051 metros, como se pode verificar na Tabela 4.

Na tabela também se pode verificar que para a mesma pega se adequar a 95% da população feminina esta deveria de estar colocada a uma altura de 1,041 metros com um desvio padrão de 0,046 metros.

Tabela 4 - Medidas antropométricas da população Portuguesa

DIMENSÃO ANTROPOMÉTRICA	PERCENTIS MASCULINOS				PERCENTIS FEMININOS			
	5	50	95	dp	5	50	95	dp
1. Altura de pé	1565	1690	1815	76	1456	1565	1674	66
2. Altura dos olhos (rel. ao solo)	1463	1585	1707	74	1355	1465	1575	67
3. Altura do ombro (rel. ao solo)	1277	1395	1513	72	1181	1290	1399	66
4. Altura do punho (rel. ao solo)	664	735	806	43	619	685	751	40
5. Altura do cotovelo (rel. ao solo)	966	1050	1134	51	889	965	1041	46
6. Distância cotovelo-punho	320	350	380	18	292	320	348	17
7. Alcance funcional anterior	628	730	832	62	621	675	729	33
8. Alcance funcional vertical (de pé)	1875	2030	2185	94	1719	1860	2001	86
9. Altura sentado (rel. ao assento)	818	920	1022	62	799	865	931	40
10. Distância olhos-assento	716	810	904	57	696	760	824	39
11. Altura lombar (rel. ao assento)	166	215	264	30	174	220	266	28
12. Espessura da coxa	134	180	226	28	124	165	206	25
13. Altura do Joelho (rel. ao solo)	459	525	591	40	434	480	526	28
14. Altura do popliteo (rel. ao solo)	347	400	453	32	327	365	403	23
15. Distância coxa-popliteo	419	485	551	40	421	470	519	30
16. Comprimento máximo da coxa	518	590	662	44	517	570	623	32
17. Espessura do peito (busto)	221	265	309	27	226	275	324	30
18. Espessura abdominal	204	260	316	34	201	260	319	36
19. Alcance funcional vertical (sentado)	1117	1250	1383	81	1071	1165	1259	57
20. Distância ombro-assento	576	630	684	33	490	590	684	57
21. Distância cotovelo-assento	206	255	304	30	191	250	309	36
22. Largura dos ombros (biacromial)	299	335	371	22	251	300	349	30
23. Largura dos ombros (bideltóide)	426	475	524	30	379	445	511	40
24. Largura das ancas	341	380	419	24	342	400	458	35
Peso (Kg)	57	75	93	11	49	65	81	10

Conclui-se assim que a altura de 0.50 metros está extremamente afastada da ideal tanto para colaboradores masculinos como femininos e por isso esta deve ser alterada.

4.5.3.2 Problemas ergonómicos no posto de trabalho de Inspeção visual

Neste posto de trabalho, como foi referido anteriormente os operários têm de retirar as peças com defeitos da linha e colocá-las numa palete de material destinado para Retrabalho. O problema é que os operários estão o seu turno todo, de pé a retirar peças da linha que em média pesam cerca de 2kg e podem chegar até aos 7Kg.

Estas peças são retiradas da linha, transportadas cerca de 2 a 3 metros até a palete que se encontra no chão, fazendo assim, com que os operários façam várias viagens com peças na mão entre a linha e a palete, como mostra na Figura 28.



Figura 28 - Posto de trabalho de Inspeção Visual

Neste posto de trabalho já há muito tempo que existem problemas ergonômicos que resultam em maior desgaste físico dos operários, e por vezes em lesões dos mesmos.

Tendo em conta a natureza do trabalho na zona de Inspeção Visual, foi elaborado um estudo sobre os fatores existentes neste processo que possam influenciar o desgaste físico dos operários.

Com este estudo é possível identificar as características deste posto de trabalho e saber quais os fatores que se podem ou não alterar.

Após uma profunda avaliação do posto de trabalho foram distinguidos os seguintes pontos que contribuem para o desgaste dos operários:

- **Peso das peças:** Este valor varia entre aproximadamente 0.5KG e os 8Kg. Neste projeto não se pode alterar o peso das peças.
- **Frequência com que se levantam as peças:** Este valor depende da velocidade da linha e do número de defeitos existentes. Atualmente uma operária levanta cerca de 4 peças por minuto. Devido a natureza deste projeto este valor também não se pode alterar
- **Distância entre a linha e a paleta:** Esta distância é Standard devido ao programa 5's já implementado e varia entre 1.5m e 2.5m dependendo do lugar do operário na linha. Esta distância pode ser alterada com este projeto.
- **Altura a que se encontram as peças:** A altura a que se encontram as peças é de 1.1m esta altura não pode ser alterada pois é a altura da linha de produção.

- **Altura a que se pousa as peças:** Esta altura é variável visto que aumenta conforme se vão adicionando mais peças. Começa nos 15cm e pode chegar até 1.4m. Através de uma plataforma elevatória esta altura pode-se alterar.
- **Maneira de como se pega na peça (tipo de pega):** não existe qualquer tipo de pega neste trabalho, simplesmente os operários colocam as mãos entre os rolos da linha e quando a peça passa estes agarram a peça e retiram-na. A maneira de como se pega na peça também pode ser alterada.
- **Distância horizontal a que se encontra a peça na altura em que esta é levantada:** Visto que existem operários de inspeção visual dos dois lados da linha estes apenas retiram as peças do seu respetivo lado, por isso esta distância varia entre 0.15m e os 0.40m, alterando o tipo de pega também se pode alterar esta distância.
- **Movimento de rotação para retirar a peça e coloca-la na palete:** Como a palete se encontra nas costas dos operários estes têm de realizar uma rotação que varia entre aproximadamente os 120º e os 180º. Este valor pode também ser melhorado alterando o local da palete.

4.5.4 Falta de Normalização Do Trabalho

A falta de métodos de trabalho e de uniformidade evidente na maneira dos vários operários efetuarem a mesma tarefa é um dos pontos cruciais que toda Ikea Industry pretende melhorar.

Para isso foi criado um programa de *Standard Work* Interno ao qual existe uma necessidade de melhoria contínua e de constante atualização.

Este programa afetou todas as áreas da Ikea Industry Portugal, sendo a área do Lacquering uma das afetadas. Assim, uma normalização dos postos de trabalho eficiente traz melhorias a nível da qualidade do produto, redução de tempos de espera de informação, maior segurança, menor percentagem de defeitos.

4.5.5 Elevado Estrangulamento Da Produção

Por mais fluida e evoluída que qualquer empresa esteja a nível da produção, irá sempre existir um estrangulamento da produção (*BottleNeck*), que será o ponto mais lento de todo o fluxo de produção. Assim, acumular-se-á produto no local imediatamente anterior a este, criando assim um excesso de WIP (*Work in progress*) neste local.

No caso da fábrica Lacquering o estrangulamento encontra-se na zona final da área, aqui é normal encontrar muito produto acumulado e por vezes a linha tem de parar de pintar pois não existe mais sítio

onde colocar o material. Como foi referido anteriormente, toda a produção das linhas do Lacquering divide-se em produto que vai para a máquina viradora para depois entrar na linha de retorno para ser então pintada a parte de baixo da peça (segundo lado), depois desta segunda pintura, todas as peças, exceto as peças que vão para retrabalho, seguem para a máquina de cintar. Esta área de trabalho é constituída por dois postos, um operário da máquina de cintar e um Empilhadorista cuja principal função é transportar as paletes com produto da saída do Buffer final do Lacquering para a máquina de Cintar no Packing. Esta zona de trabalho é então constituída por 6 trabalhadores (2 em cada turno).

Muitas vezes devido à grande velocidade e eficiência de produção das 3 linhas do Lacquering, o Buffer de saída aumenta devido a baixa eficiência do Empilhadorista em relação a taxa de produção do Lacquering.

Uma das principais dificuldades no trabalho do Empilhadorista é não só ter de transportar o produto para a máquina de cintar mas também ter de pegar com os “garfos” do empilhador numa paleta apropriada e de seguida, transportar a paleta até ao *buffer* onde o produto está assente em Base-Boards num cais especial, que facilita a recolha do produto com a paleta. Após ter o produto na paleta, este transporta-o para a máquina de cintar.

Este problema é considerado um problema de alta prioridade pois gera um elevado acumular de produto e origina uma desorganização elevada na saída do Lacquering. Como foi referido, em casos mais extremos a produção do Lacquering chega mesmo a ter de ser interrompida devido a este problema. Neste caso as perdas a nível monetário são extremamente elevadas pois ter as 3 linhas paradas tem custos e pode facilmente originar um *BottleNeck* na saída da *Edegband&Drill* (fábrica de produção imediatamente anterior ao Lacquering).

Assim, o Empilhadorista está encarregue de alimentar a máquina de Cintar com o produto proveniente da área Lacquering e devolver o retrabalho e as Base-Boards provenientes do Packing ao Lacquering. Este operário tem ao seu dispor um empilhador e dois tipos de paletes, as paletes de medidas IKEA, e as Euro Paletes. Estas paletes apenas se distinguem nas suas medidas sendo a Euro Paleta (1200x800mm) e a paleta IKEA (2000x800mm). Na segregação final de produto do Lacquering estes são colocados sobre BaseBoards e aqui, dependendo do tipo de produto, estes são segregados em 2 ou 3 Base-Boards, como mostra na Figura 29. Ou seja, quando são segregados em 3 Base-Boards o Empilhadorista precisa de uma paleta IKEA para este lote de produto, mas quando o lote está sobre 2 Base-Boards, o Empilhadorista já utiliza uma Euro Paleta.

Assim o Empilhadorista deve saber se em determinado momento está a sair do Lacquering produtos em 3 ou 2 Base-Boards e de seguida escolher a palete apropriada e com ajuda do empilhador ir recolher o produto, colocando-o em cima das paletes e levando para a máquina de Cintar do Packing.



Figura 29 - Exemplos de colocação de tabuas em 2 e 3 Base-Boards

Para uma melhor avaliação do estrangulamento da produção na área do Lacquering foi necessário a elaboração de um estudo com o objetivo de identificar a fonte do problema e de como esta afeta todo o sistema produtivo.

Assim, foi elaborado um estudo de tempos de modo a medir os tempos de todas as operações que estão envolvidas nesta secção da fábrica, representada na Figura 30.

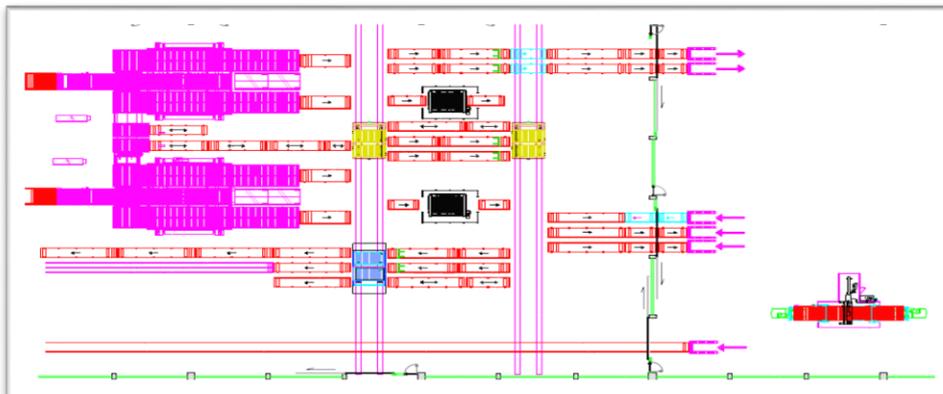


Figura 30 - Layout da parte final da área do Lacquering

Para isso foi considerado:

- O tempo de paletização
- Tempos de Transporte em Rolos
- Tempo de viragem (Nas máquinas viradoras)
- Tempo de cintagem

Não foram considerados:

- Os Tempos de Filmagem das paletes à saída do RBO
- Tempos de colocação de "Pallet covers" (à saída do RBO)

Estes tempos não foram considerados pois são operações que ocorrem em paralelo de outras que são automáticas e demoram sempre menos tempo.

Foram consideradas duas alternativas para o material que sai das linhas de pintura. O material que vai para as máquinas Viradoras e posteriormente pode seguir pela linha de retorno para pintar o segundo lado, ou o material que sai das linhas e vai diretamente, com ajuda do Empilhadorista para a máquina de Cintar.

Sabendo que existem estas duas alternativas, foi elaborado um estudo de tempos para as duas, (Tabela 5 e Tabela 6).

Tempos das peças que vão para a linha de retorno:

Tabela 5 - Tempos médios entre a paletização na saída da linha e descarga nos tapetes de retorno

Operações	Tempo médio (s)	
Paletização no RBO (tempo mínimo com Produção=100%)	51	Tempo de referência
Saída RBO	49	
Carregamento para a 1ª Wuwer	44	
Deslocamento da 1ª Wuwer (tempo máximo)	14	
Descarregamento da Wuwer na viradora	11	
Viragem das peças	84	Bottleneck
Saída da viradora	25.8	
Carregamento para a 2ª Wuwer	14.7	
Deslocamento da 2ª Wuwer (tempo máximo)	34	
Descarregamento para os tapetes de retorno	16.7	

Tempos das peças que vão para o Empilhadorista:

Tabela 6 - Tempos médios das operações entre a paletização no RBO e Cintar uma paleta

Operações	Tempo médio (s)	
Paletização no RBO (tempo mínimo – Produção=100%)	51	Tempo de referência
Saída RBO	49	
Carregamento para a 1ª Wuwer	44	
Deslocamento da 1ª Wuwer (tempo máximo)	24	
Descarregamento da Wuwer nos tapetes do buffer	11	
Deslocamento nos tapetes do buffer	46	
Carregamento para a 2ª Wuwer	19.1	
Deslocamento da 2ª Wuwer (tempo máximo)	14.7	
Deslocamento para os tapetes de saída	11	
Descarregamento para os tapetes de saída	66.7	
Retirar 1 paleta do cais (até estar pronto a retirar outra)	66	
Cintar 1 paleta (até ter estar pronto para cintar a próxima)	79	Bottleneck

Depois de analisado o estudo de tempos, foi facilmente identificadas as operações que causavam o *Bottleneck*. Estas encontram-se marcadas na Figura 31 por circunferências amarelas.

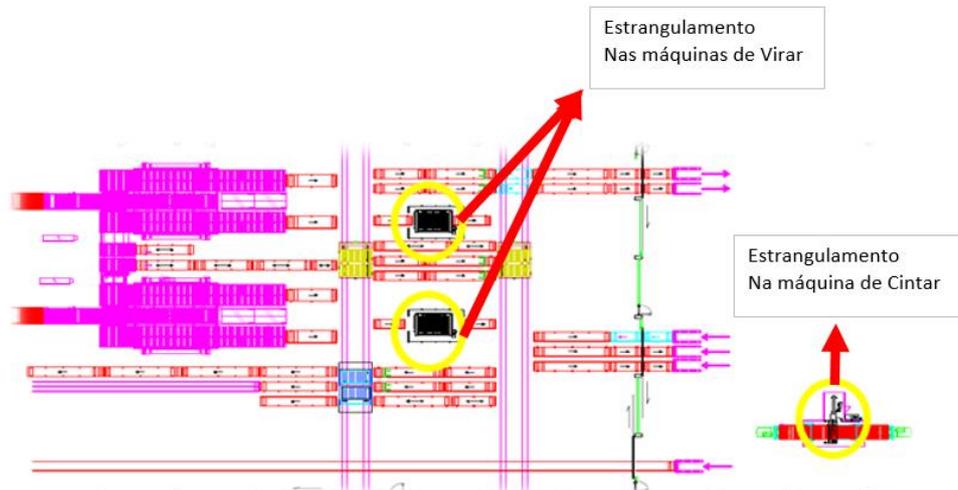


Figura 31 - Sinalização dos Estrangulamentos no Layout final da área

4.6 Síntese de problemas detetados

Para uma maior perceção dos problemas encontrados, foi elaborada uma tabela com cada problema e as suas consequências para a empresa, Tabela 10.

Tabela 7 - Síntese dos problemas e suas consequências

Tipo de Problema	Consequências
Defeitos de produção	Elevados custos de retrabalho
Problemas com o RBO	Operário alocado a retirar peças da linha
Problemas Ergonómicos	Lesões musculoesqueléticas dos operários e maior absentismo dos operários
Não uniformidade do trabalho	Inconsistência do produto
Estrangulamento da Produção	Redução da produtividade

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo serão descritas as propostas de melhoria desenvolvidas para combater os problemas identificados no capítulo anterior. Assim será referido como foram abordados os problemas e os estudos necessários para obter a solução mais adequada.

5.1 Normalização de trabalho

Neste capítulo verifica-se como uma ferramenta Lean, o *Standard Work* (normalização do trabalho) foi eficaz na resolução de dois problemas encontrados no capítulo anterior (4.5).

Aqui será descrito como foi aplicado o Standard Work e como este conseguiu diminuir os defeitos e a não uniformidade nos métodos de trabalho.

5.1.1 Estudo inicial para resolver o Problema

Com o intuito de uma diminuição de defeitos foi elabora um estudo ABC sobre todos os defeitos. Assim é possível descobrir quais os defeitos que são mais frequentes e consequentemente mais custos provocam. Assim, definiu-se que só se iriam analisar os defeitos com o nível A deste estudo onde esta abrange 80% dos defeitos encontrados, a categoria B abrange 15% dos defeitos encontrados e a categoria C apenas 5%. Como mostra na Tabela 8 cerca de 80% de todos os defeitos enquadram-se num conjunto de apenas 7 tipos diferentes de defeitos.

Tabela 8 - Análise ABC de todos os defeitos de novembro

A	Superfície com buracos	8197	32.1%	80.6%
	Casca de Laranja	5420	21.2%	
	Quebrado	1716	6.7%	
	Riscos do Top	1674	6.6%	
	Riscos do Printing Vertical	1338	5.2%	
	Manchas paragem da linha	1294	5.1%	
	Riscos do printing Transversal	954	3.7%	
B	Peças danificadas	659	2.6%	15.5%
	Casca de laranja no frame	616	2.4%	
	Desbaste do HDF	523	2.0%	
	Riscos do Filler	433	1.7%	
	Tinta Descascada	431	1.7%	
	Salpicos de tinta	397	1.6%	
	Manchas de lixagem	267	1.0%	
	Manchas do Top	242	0.9%	
	Orientação da pintura errada	192	0.8%	
	Sujidade por baixo	191	0.7%	
C	Manchas printing	183	0.7%	4.0%
	Sujidade em cima da peça	123	0.5%	
	Peças com empeno	116	0.5%	
	Marcas	115	0.5%	
	Falta de pintura	97	0.4%	
	Casca de laranja frames	90	0.4%	
	Riscos da base	66	0.3%	
	Superfície picada	54	0.2%	
	Cor incorrecta	51	0.2%	
	Excesso de filler/Sealler	29	0.1%	
	Excesso de produto	26	0.1%	
	Riscos do embossing	25	0.1%	
	Falta de Embossing	20	0.1%	
	Riscos de pressão da lixagem	16	0.1%	

Os 7 tipos de defeitos principais são: Superfície com buracos, casca de Laranja, Quebrado, Riscos do Top, Riscos do Printing Vertical, Manchas de paragem na linha e Riscos do Printing transversal.

Após uma breve investigação descobriu-se que os defeitos de peças com superfícies com buracos, cascas de laranja e peças quebradas, eram defeitos detetados na inspeção do Lacquering, contudo estes não tinham origem no processo de pintura mas sim na área da EdgeBand&Drill ou nos Frames.

Assim, sobram os defeitos de riscos do *Top*, riscos do *Printing* Vertical, manchas de paragem na linha e riscos do *Printing* transversais.

Todos estes quatro defeitos têm uma origem parcial na falta de métodos de trabalho e instabilidades dos processos.

Para isso será necessário uma continuação e melhoramento do estado atual do *Standard Work* já implementado no Lacquering.

5.1.2 Aplicação Da Normalização Do Trabalho

Para garantir uma uniformidade dos processos de produção entre todos os operários de modo a garantir uma produção mais eficaz e coerentes é altamente aconselhado o uso da ferramenta Lean, o *StandardWork*. Esta ferramenta permite que todos os operários tenham fácil acesso a toda a informação e parâmetros de produção necessários para uma produção eficiente e sem defeitos.

Para alcançar os objetivos pretendidos com a normalização da área do Lacquering foi efetuado um programa de normalização em três etapas: O estudo de tempos e das operações de todos os postos, a criação das fichas de instruções de trabalho e a formação.

A primeira etapa, estudo de tempos e das operações dos postos de trabalho consistia em acompanhar o operário de determinado posto de trabalho, e analisar todas as operações que este efetuava no seu turno de trabalho. Assim possibilitava a criação de uma primeira ficha de trabalho com todas as operações que este tinha de efetuar para ter o seu trabalho pronto.

Com esta primeira ficha era possível separar as operações para que seja possível cronometrar cada uma delas.

Visto que existem 3 turnos para cada posto de trabalho, foi necessário efetuar este estudo 3 vezes por cada posto de trabalho, coletando assim toda a informação necessária para iniciar a segunda etapa da normalização de trabalho.

A segunda etapa consistia na criação das fichas de instrução de trabalho.

Estas podem ser de 3 tipos : SOS (Standard Operating Sheet), que tem o objetivo de listar por ciclo todas as tarefas que o operador tem de realizar. No Anexo 2 é possível visualizar um exemplo de ficha de normalização de trabalho.

As WES (Work Element Sheet) que, com uma linguagem mais detalhada e com ajuda de imagens, explicam passo a passo como o operário deve proceder a cada tarefa. Assim, cada tarefa existente numa SOS tem de estar detalhadamente explicada numa WES.

Por fim, o terceiro tipo de fichas de normalização de trabalho são as FP's (Folhas de Parâmetros). Estas têm todos os valores padrão que os operários necessitam ter em conta, para que as peças tenham toda a qualidade pretendida. É nestas folhas que os operários têm acesso a informação sobre como devem paletizar certas peças, velocidade das linhas, parâmetros das máquinas valores de brilho, valores de gramagem de tinta aplicada, etc..

A terceira e última etapa da normalização do trabalho é a Formação. Nesta fase, com ajuda de um formador da área, faz-se uma passagem de informação dos métodos de trabalho aos operadores. Assim, sempre que existe uma alteração nos métodos de trabalho, pode-se confirmar através das formações que os operários estão aptos e educados para uma correta maneira de trabalhar.

Com a aplicação da normalização do processo produtivo, pode-se garantir uma maior polivalência dos operadores na área do Lacquering, diminuindo assim a grande variabilidade de como os operadores executam determinada tarefa.

Em cada posto de trabalho foi feita uma observação extensiva sobre os operários dos 3 turnos. Nesta observação foi levantada todas as operações e passos de cada operação realizada por cada operário. Depois de criada uma lista com todas as operações, foi discutido com o especialista da linha sobre quais as melhores práticas para a realização dos trabalhos. Selecionando assim as melhores metodologias de trabalho, estas foram posteriormente apresentadas aos operários.

Todas as fichas de instruções de trabalho são depois apresentadas em forma de uma formação (com a ajuda do formador da área) aos operários que lhes compete e depois são guardadas em capas de fácil acesso aos operários. Desta forma em caso de dúvida todos os operários devem recorrer as folhas de instrução.

Numa segunda etapa, foram cronometradas todas as operações realizadas por cada operário.

Com a ajuda destas cronometrações foi elaborado um estudo de tempos e criado um tempo padrão para cada operação, sendo este o tempo ideal para cada operário realizar as suas tarefas.

Outras fichas, mais importantes, como avisos e novas práticas são afixadas em pontos estratégicos de maneira a chamar a atenção dos operários.

5.1.3 Ações e Resultados.

A diminuição da variabilidade dos processos traduziu-se num produto mais regular e robusto e com níveis consistentes de qualidade. Contribuindo assim para uma redução de custos relacionados com produtos defeituosos, uma maior segurança e ergonomia no trabalho, maior eficiência da produção e sobretudo redução de tempos de procura de informação ou de discussão e, bem assim, uma consciencialização generalizada sobre o melhor método de trabalho a adoptar.

Como prova da redução de defeitos, foi feito um levantamento de todos os defeitos encontrados na área do Lacquering no mês de Abril, (5 meses após o início da implementação da normalização de trabalho).

Os dados obtidos estão apresentados na Tabela 9 e na Figura 32.

Tabela 9 - Lista, número e percentagem de defeitos de Abril 2015

Tipo de Defeitos	N' Defeitos	%
Superfície com buracos	9204	48.33%
Casca de Laranja	3246	17.04%
Riscos Top	1272	6.68%
Manchas de paragem da linha quebrado	836	4.39%
Excesso de produto	714	3.75%
Peças danificadas	653	3.43%
Riscos Base	474	2.49%
Riscos Printing transversais	391	2.05%
Marcas	300	1.58%
Orientação de pintura errada	299	1.57%
Casca de laranja no frame	223	1.17%
Casca de laranja frames	219	1.15%
Riscos Printing vertical	195	1.02%
Salpicos de tinta	194	1.02%
Sujidade em cima da peça	159	0.83%
Tinta Descascada	111	0.58%
Manchas do Top	79	0.41%
Excesso de filler e sealer	62	0.33%
Falta de adesão	62	0.33%
Riscos do Filler	59	0.31%
Falta de pintura	55	0.29%
Cor incorrecta	55	0.29%
Riscos de pressão da lixagem	46	0.24%
Sujidade por baixo	38	0.20%
Desbaste HDF	32	0.17%
Peças com empeno	28	0.15%
Manchas de lixagem	22	0.12%
Manchas printing	15	0.08%
	1	0.01%

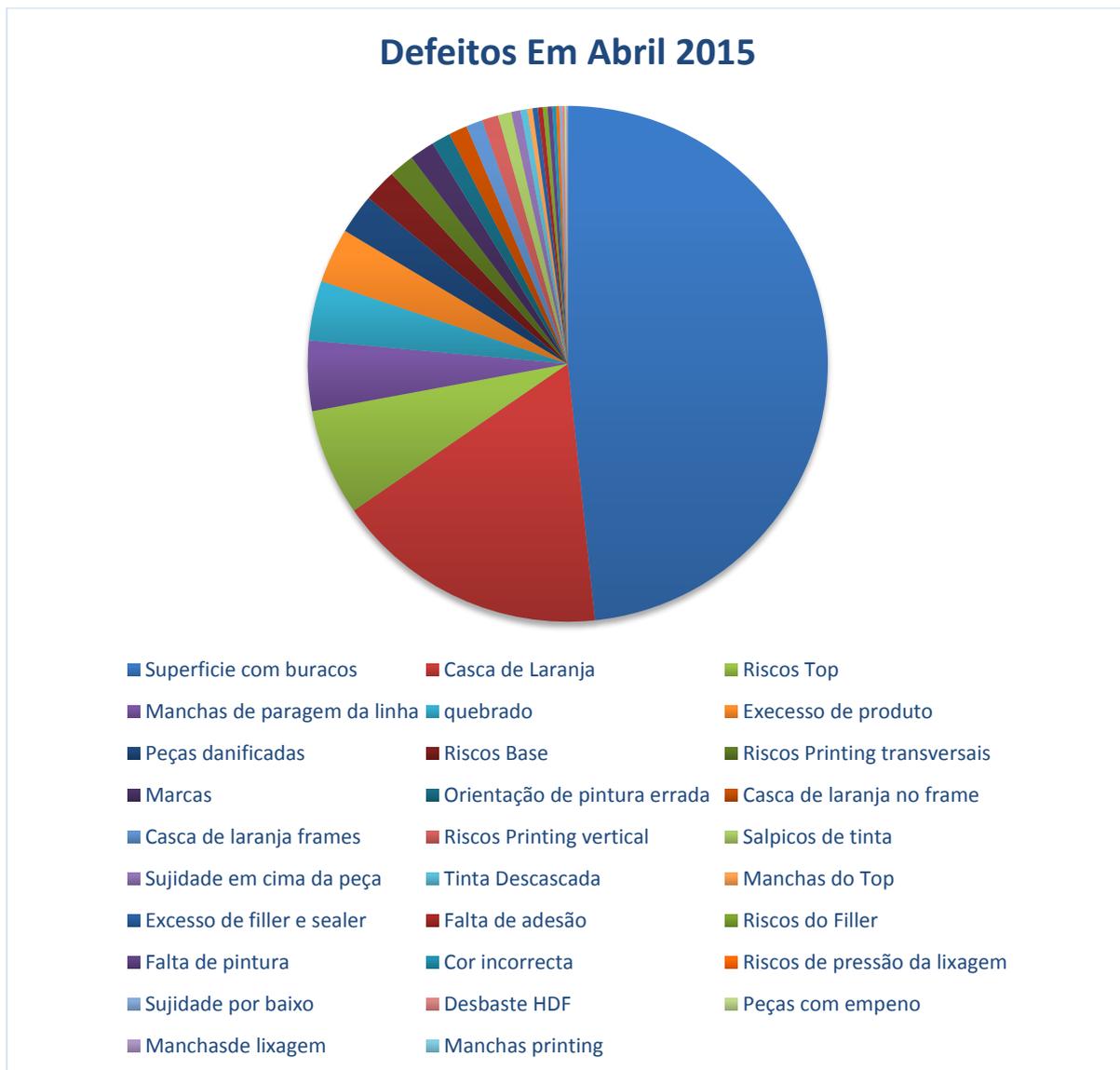


Figura 32 - Representação da proporção dos defeitos de Abril de 2015

Assim, verifica-se um total de 19.044 peças com defeitos em 1.127.239 peças produzidas o que se traduz em 1.69% de defeitos.

Obtendo-se assim uma taxa de defeitos substancialmente inferior em relação a taxa de Novembro (2.16%).

Verifica-se aqui uma redução de defeitos na ordem de 0.47% pontos percentuais. (Figura 33)

Também é de salientar que os defeitos mais recorrentes, que são as Superfícies com Buracos e as peças com Casca de Laranja, representam 65.37% da totalidade de defeitos e estes dois defeitos não têm origem na área do Lacquering.

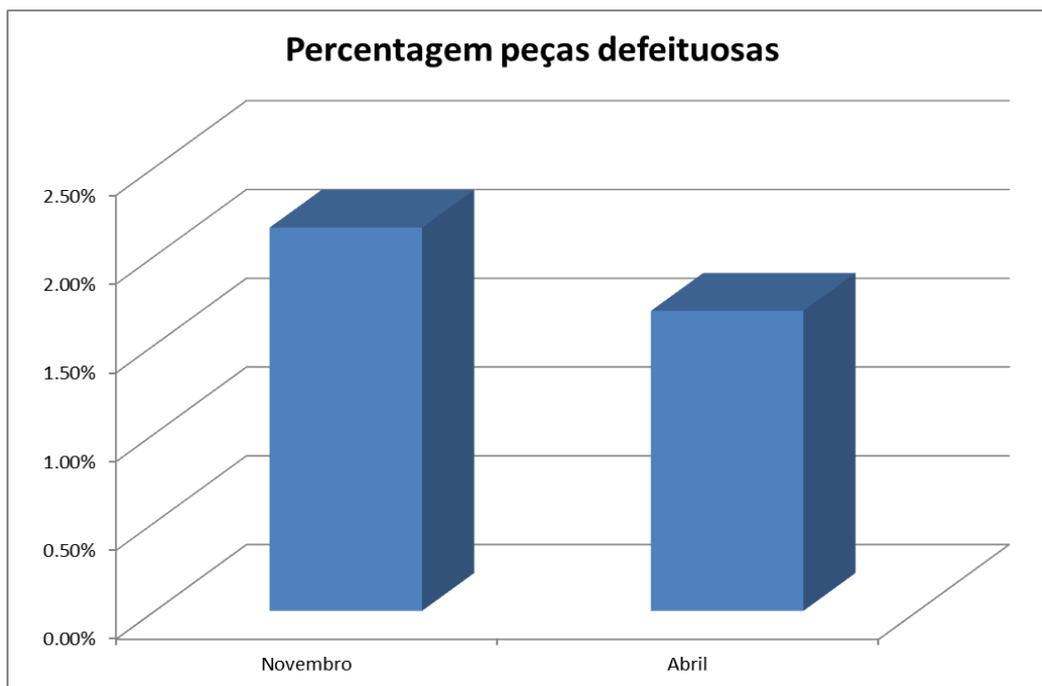


Figura 33 - Ilustração da redução de 0.47% dos defeitos totais

Em relação aos defeitos abordados na análise **ABC**, pode-se verificar em geral uma redução de defeitos bastante significativa, como mostra na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados obtidos com os defeitos referenciados na análise ABC

Tipo de Defeitos	% Novembro 2014	% Abril 2015	Diferença
<i>Riscos do Top</i>	6,6%	6,68%	-0,08%
<i>Riscos do Printing Vertical</i>	5,2%	1,02%	4,18%
<i>Manchas paragem da linha</i>	5,1%	4,39%	0,71%
<i>Riscos do Printting Transversal</i>	3,7%	1,58%	2,12%
TOTAL			6,93%

Como se pode verificar, relativamente aos defeitos da análise **ABC** obteve-se uma redução de 6.93% do total dos destes defeitos.

5.1.4 Ganhos

Tendo em conta o valor médio de 0.27 Euros que o Ikea Industry considera como custo por cada peça que precisa de retrabalho, pode-se verificar que o custo em retrabalho no mês de novembro de 6.900 Euros passou a ser de 5.141,88 Euros no mês de Abril, ou seja menos 1.758 Euros.

Mas como a produção total de Abril foi inferior à de Novembro, correspondendo apenas a 95.6% desta, para calcular o valor real da redução de custos temos de multiplicar o valor ganho em abril pela relação entre a produção dos dois meses (1.758×0.956) o que equivale a um ganho mensal de **1.681,81 Euros**. Ou seja cerca de **20.182 Euros anuais** foram ganhos com a implementação e melhoria da normalização de trabalho.

5.2 Mecanismo Poka-Yoke no RBO de Entrada.

Tendo em conta o problema de por vezes entrarem peças sobrepostas para a linha, a Ikea Industry decidiu provisoriamente ter um Operário destacado para ficar a controlar as peças que entram quando se produz peças da família *Kallax* (família de peças mais propicia a este problema). Deste modo, sempre que entrem peças sobrepostas na linha, o operário separa-as e a linha não sofre paragens.

5.2.1 Consequências do Problema

De modo a minimizar os custos com as paragens da produção e com a danificação de peças por consequência deste problema, a melhor opção que até agora existia seria a de realocar um operário para esta zona sempre que se pintasse peças *kallax*.

Depois de várias verificações deste problema notou-se que este problema só acontecia quando se pintava o primeiro lado da peça.

5.2.2 Aplicação da melhoria

Tendo em conta que o problema principal é entrarem peças sobrepostas, a melhor opção seria modificar o RBO de maneira a que este só transfira uma peça.

O problema com esta proposta são os seus elevados custos, visto que fazer uma alteração desta natureza nas máquinas envolve aprovação do Grupo IKEA e teria de ser a empresa criadora da máquina a proceder a alterações.

Uma vez que essa primeira proposta não se apresentava viável, decidiu-se avançar com outra solução a qual consistia em que no caso de avançar na linha uma peça em cima de outra um dispositivo a prova de erro faria o trabalho do operador que retira a peça que está por cima colocando-a mais atrás.

Assim, como solução final para este problema foi proposto a aplicação de um sistema de prevenção de erro (*Poka-Yoke*) imediatamente depois do RBO de entrada. Este Poka-Yoke, sendo um limitador de altura irá impedir que nada com uma altura superior a 55mm entre na linha de produção, arrastando a peça

que se encontra sobreposta fazendo com que esta entre na linha imediatamente após a peça que se encontrava por baixo, como mostrado na Figura 34.

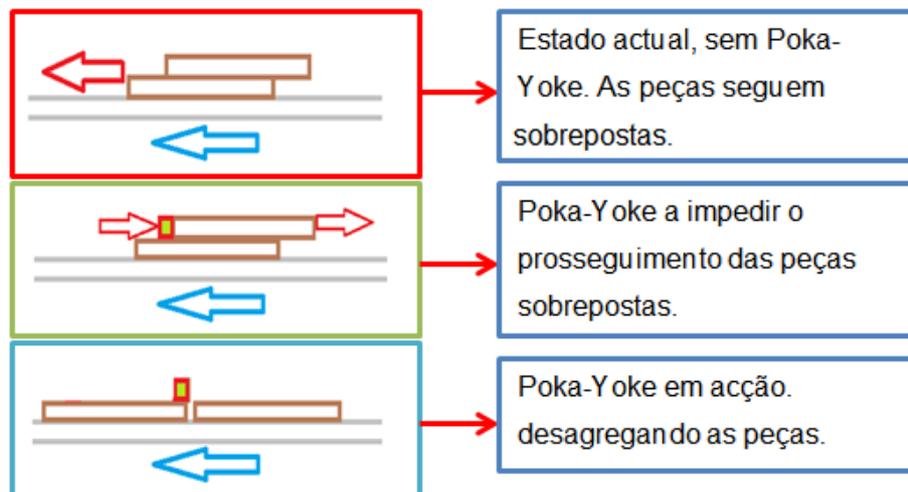


Figura 34 - Exemplificação do Poka-Yoke em Acção

Como se pode ver na figura, esta proposta de baixo custo apresenta uma solução válida, impedindo de forma eficaz que entrem duas peças agregadas na linha de produção.

5.2.3 Ações e Resultados

Através do contacto com uma empresa de serralharia foi possível instalar os Poka-Yoke's nas duas linhas com bastante facilidade e baixo custo (50 Euros).

Os Poka-Yoke's são idênticos nas duas linhas e foram colocados como era pretendido. Na Figura 35 A) pode-se verificar a linha sem o Poka-Yoke, e na Figura 35 B), já se encontra o dispositivo Poka-Yoke assinalado a vermelho.



A



B

Figura 35 - A) Entrada da linha antes do Poka-Yoke. B) Entrada da linha após implementação

A colocação deste sistema de prevenção de erro permitiu desalocar o operário que até agora teria de estar sempre presente nesta zona durante o processo de pintura de todas as peças Kallax.

5.2.4 Ganhos

Para o cálculo dos Ganhos foi necessário efetuar um cálculo da percentagem média de unidades pintadas na área do Lacquering do modelo Kallax.

Assim, tendo acesso aos planos de produção verificou-se que em média 32.58% do tempo de pintura está afeto a peças Kallax.

Visto que este problema só acontecia quando se pintava o primeiro lado das peças e apenas em metade das vezes que se pintava Kallax é que era necessário um operário a separar as peças sobrepostas, pode-se então dizer que 16.29% ($32.58 / 2$ (duas linhas)) do tempo de um determinado operário está simplesmente a tratar deste problema.

Visto que esta empresa trabalha 22.5 horas por dia, considera-se a alocação de um operário a esta função 3.66 horas por dia, considerando 230 dias uteis anuais tal equivale a 841.8 horas anuais.

Pode-se então concluir que através desta simples melhoria ganharam-se 841.8 horas anuais de um operário. Assumindo um custo por hora de 5.5 euros por operário, esta melhoria corresponde a um ganho de cerca de 4.629,9 Euros anuais.

5.3 Transporte de Tintas

A solução para o problema ergonómico do carrinho de transporte de tintas surgiu de uma avaliação das dimensões corretas e de todas as suas especificações necessárias.

Depois de uma análise do problema, foi verificado que o carrinho possuía uma altura da pega de 0.50 metros de modo a poder passar por baixo da linha de produção, como mostra na Figura 36.



Figura 36 - Local por onde o carrinho de tintas tem de passar.

Foi medida altura desta passagem e verificou-se que esta tem 0.65 metros por isso a única proposta válida para este problema seria a colocação de uma pega com regulador de altura.

Assim quando fosse necessário passar com o carrinho por baixo da linha de produção baixava-se a altura da pega e depois quando este estiver no outro lado da linha subia-se a pega para a altura do cotovelo do colaborador, como apresentado na Figura 37.

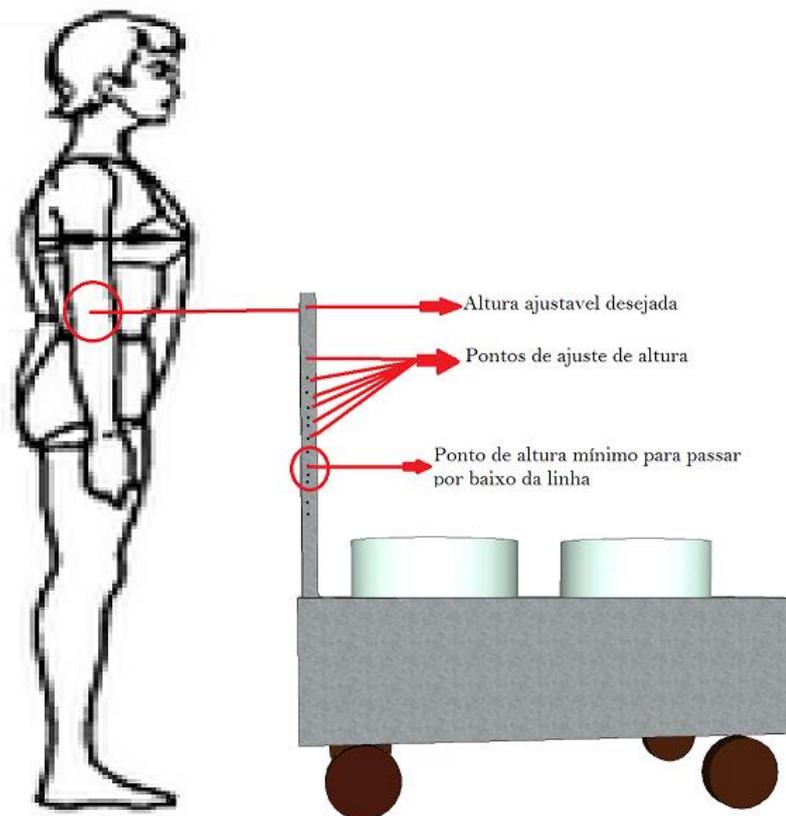


Figura 37 - Representação da altura ideal do carrinho

5.4 Ergonomia da zona de Inspeção Visual

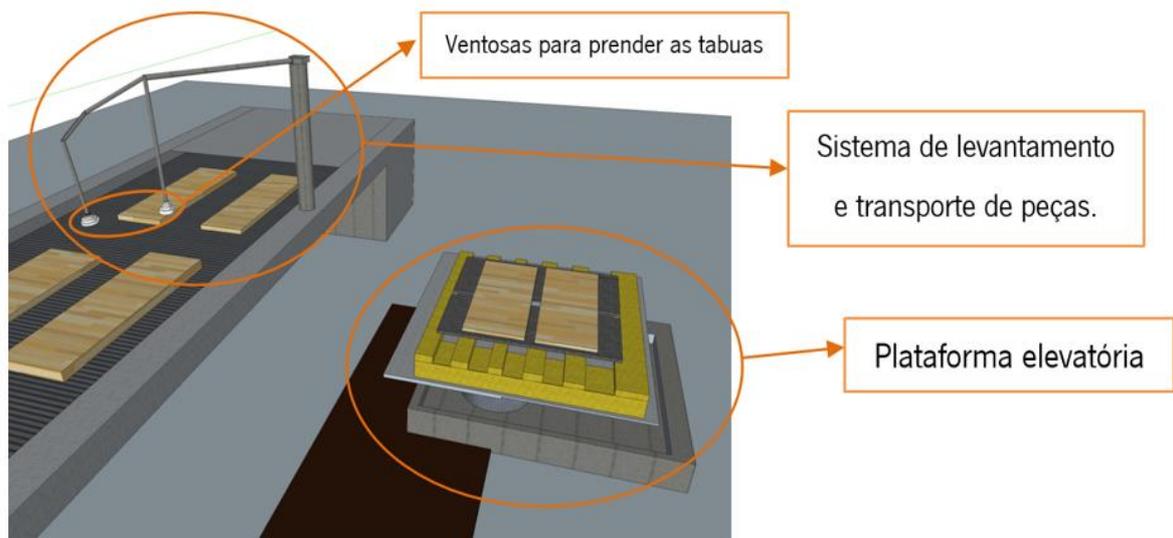
Após o estudo sobre todas as variáveis relacionados com o esforço físico dos operários neste posto de trabalho, foi elaborado um protótipo que visa a diminuição do desgaste dos operários e a melhoria das suas condições de trabalho.

A solução encontrada para melhorar ergonomicamente este posto de trabalho é constituída por dois elementos chave. O primeiro elemento é a implementação de uma superfície elevatória para a palete. Deste modo os operários pousam sempre as peças à mesma altura visto que a superfície vai baixando sempre que se acrescentam peças. Depois quando a palete estiver cheia, a superfície elevatória baixa a sua altura até a altura do chão, onde com a ajuda de um porta-paletes o operário troca as paletes.

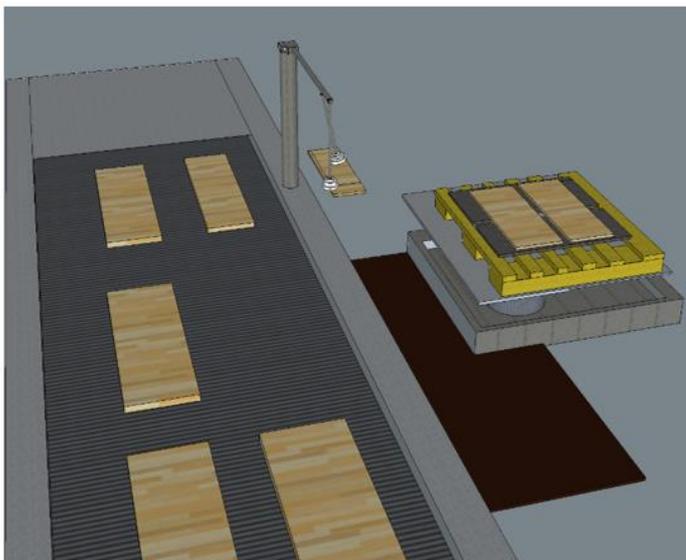
Esta superfície elevatória funcionaria através de sistemas pneumáticos e teria de estar colocada junto a linha de produção para que o segundo elemento da implementação possa funcionar.

O segundo elemento de implementação de melhoria seria um sistema de sucção através de duas ventosas. Assim o operário poderá pegar de maneira mais fácil nas peças e com a ajuda de um sistema pneumático também implementado neste sistema, levantaria as peças com força mínima dado que o sistema hidráulico anularia o peso das peças. Assim, e com o máximo de mobilidade possível, o operário poderia pegar nas peças e colocá-las sobre a palete que se encontra na plataforma elevatória.

Para uma melhor compreensão foi elaborada uma representação 3D desta melhoria (Figura 38A) e Figura 38B)).



A



B

Figura 38 - A) Esboço da proposta de melhoria, B) Sistema de sucção em ação

Neste caso, perto das ventosas existiria um botão para ativar o sistema de sucção onde o operário prime para pegar nas peças e depois largava quando estas estivessem no local pretendido. Seria esse o local onde o operário também controlaria todo o sistema de elevação e transporte de peças.

(Mais imagens colocadas em Anexos III)

Com esta alteração é esperado uma redução de acidentes e incidentes de trabalho, uma menor fadiga física dos trabalhadores desta zona e talvez a possibilidade da redução de operários para este posto de trabalho.

5.5 Estrangulamento da produção na saída da fábrica Lacquering

De modo a combater a baixa eficiência do posto de trabalho do Empilhadorista, a IKEA Industry com ajuda dos seus engenheiros, especialistas e tecnologistas estudou o caso e chegou a conclusão que a melhor opção passava por automatizar a 100% este posto de trabalho.

Neste subcapítulo será descrito a solução encontrada e a sua implementação.

De maneira a combater os *Bottleneck* foi necessário identificar o tempo mínimo, sendo este dado como tempo de referência para todas as operações desta etapa da produção uma vez que para eliminar um Bottleneck é necessário retirar peças (produtos) com uma velocidade superior à que se adicionam peças ao sistema.

Depois do estudo de tempos verificou-se que existe a possibilidade de entrarem no sistema uma paleta em intervalos de 51 segundos e neste ritmo existem dois possíveis Bottlenecks: a máquina Viradora, 84 segundos por peça/paleta e na máquina de Cintar, 79 segundos por Paleta.

Visto que este problema sempre existiu, a Ikea Industry, no passado, colocou um *buffer* entre o RBO de saída e a máquina de Virar de 9 paletes, que permitia a máquina de virar “adiantar” trabalho enquanto a linha de produção sofria pequenas paragens alheias a esta. Porém, como ainda era verificado, este Buffer de 9 paletes não era suficiente, pois o *buffer* acabava por encher e a produção tinha de trabalhar à velocidade das máquinas de virar o que reduzia bastante a eficiência da fábrica.

5.5.1 Ações na alteração da saída do Lacquering.

Em relação ao problema do estrangulamento na viradora introduziu-se um plano de programação de produção em que a primeira prioridade seria pintar o 1º lado e 2º lado em paralelo (usando a linha 1 e a linha 2). Assim sempre que uma linha estava a pintar o primeiro lado de uma peça a outra linha pintava o segundo lado dessa peça ou de outras, reduzindo assim o *Buffer* e conseqüentemente o estrangulamento entre o RBO e a máquina viradora. Desta maneira, torna-se raro estarem as duas linhas a enviar produto para a Viradora simultaneamente.

Para o segundo estrangulamento, a máquina de cintar, foi necessário uma abordagem mais drástica para a diminuição do Estrangulamento.

Neste caso, a opção mais viável passou por automatizar inteiramente este posto de trabalho.

Assim, para a automatização deste posto de trabalho foi necessário bastante planeamento e dedicação ao projeto. Através de diversas reuniões e Brainstormings, chegou-se a conclusão que para a automatização desta área da empresa seria necessário um sistema de transporte automático (WUWER),

uma máquina de dispensação e colocação para os dois tipos de paletes, um sistema de recolha e devolução dos Base-Boards, um sistema de tapetes perfeitamente organizados para que tudo funcione perfeitamente, um posto de comando de todo o sistema automático, de forma a que o operário da máquina de Cintar possa controlar o sistema automático em caso de algum problema, e um percurso alternativo de material caso alguma das máquinas avarie. Assim, chegou-se ao esquema representado na Figura 39.

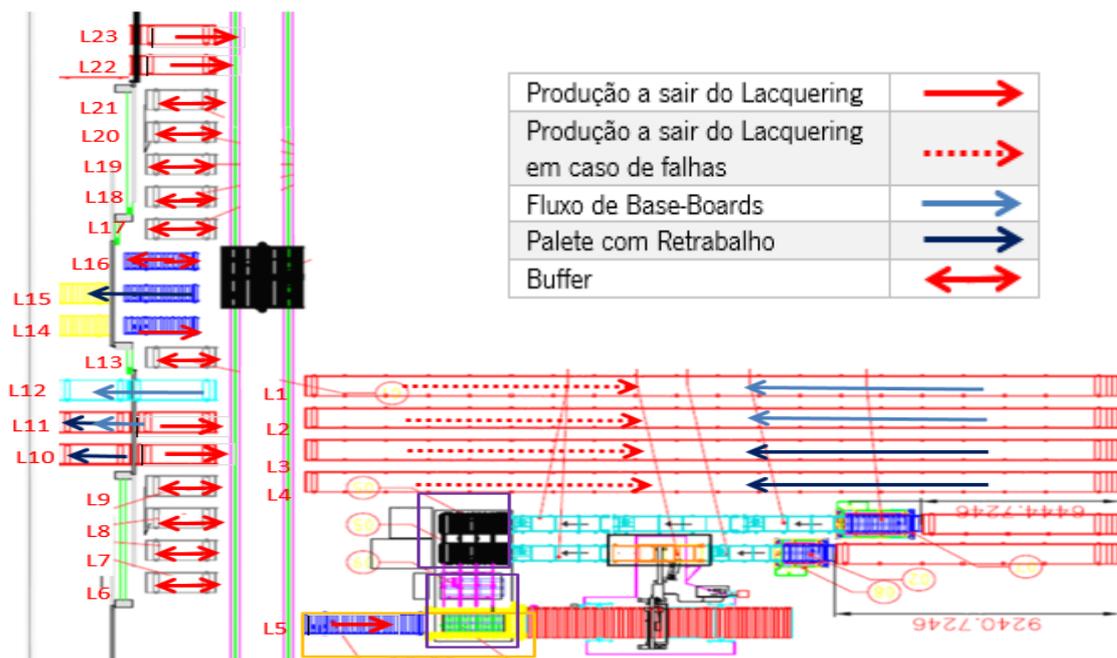


Figura 39 - Fluxo de material esperado.

Conforme a Figura 39 mostra, o produto proveniente do Lacquering entra na zona Automática pelas linhas L10, L11, L14, L22 e L23 e de seguida entram na L5 onde serão colocadas as paletes adequadas ao produto e serão cintadas para poderem prosseguir para o Packing. Caso a linha L5 esteja ocupada a Wuwer irá transportar as paletes para um Buffer e quando a L5 estiver livre, as paletes procederão em ordem para lá.

No sentido inverso ao da produção vêm as Base-Boards e o material para retrabalho. Estes seguirão pelas linhas L1, L2, L11 e L12; e L3, L4, L10 e L11 respetivamente.

No caso de alguma das máquinas avariar, como a máquina de cintar e/ou a máquina de colocação de paletes, o produto irá pelas linhas: L1, L2, L3 e L4, como mostra na figura. Assim, espera-se criar um fluxo contínuo e sem engarrafamentos da produção.

Após a implementação desta melhoria, o fluxo de produção tornou-se mais robusto e constante. Foi também eliminado um posto de trabalho, o do Empilhadorista.

5.5.2 Resultados e Ganhos

Como resultado desta melhoria, foi possível eliminar um posto de trabalho nos 3 turnos. Assim, tendo em conta um custo mensal de 880 Euros por operário obteve-se uma redução de cerca de 2.550 Euros por mês, o que equivale a cerca de 36.960 Euros anuais.

Tendo em conta a eliminação do estrangulamento não é possível ter um valor monetário aproximado dos ganhos anuais, visto que este problema acontecia em circunstâncias acíclicas. Porém verificou-se um aumento da eficiência da linha entre o mês de Novembro de 2014 e Abril de 2015.

Em Novembro a eficiência da linha foi de **55.28%** e em Abril esta subiu para **56.26%**, ou seja um aumento de **0.98** pontos percentuais na eficiência geral da área.

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ Horas de Trabalho}}{\text{N}^{\circ} \text{ horas previstas de trabalho}} \times \frac{\text{Total Real de Output}}{\text{Valor Previsto de Output}}$$

Ou seja, verificou-se um efetivo incremento de Output real. Porém, atualmente o sistema automático ainda está em fase de melhorias a nível de programação. Quando este sistema estiver a trabalhar como pretendido é esperada uma eficiência da área de cerca de 60%.

5.6 Síntese de Ganhos

No culminar de todas as implementações e alterações feitas na área Lacquering é possível elencar de forma sumária os seguintes ganhos para empresa:

- Aumento de cerca de 1 ponto percentual na eficiência da área na eliminação do estrangulamento da produção e a libertação dos funcionários de 3 postos de trabalho para tarefas de maior valor acrescentado.
- Proposta de melhorias ergonómicas de dois postos de trabalho que revertem numa possível redução da fadiga física dos operários.
- Através da normalização do trabalho foi possível aumentar a uniformidade e qualidade dos produtos, verificando uma redução de 0.47 pontos percentuais na quantidade de defeitos.
- A implementação de mecanismo Poka-Yoke que reduz em 3 horas diárias a necessidade de um operador.
- No total estas melhorias representam um ganho de **61.771,9 Euros por ano**.

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões relacionadas com o presente trabalho realizado na área do Lacquering da empresa Ikea Industry Portugal. Também será referido algum trabalho futuro relacionado com o tema de maneira a maximizar o rendimento da área e redução de desperdícios.

6.1 Considerações Finais

Entre todo o trabalho realizado neste projeto, é possível, através dos valores demonstrados, dizer que a aposta em ferramentas Lean foi bastante útil na resolução dos principais objetivos traçados (padronizar os postos de trabalho, diminuição de defeitos, redução de desperdícios, redução de custos e aumentos da produtividade).

Na primeira fase e com auxílio da metodologia de investigação-ação, foi necessário realizar um estudo aprofundado de toda a área da produção. A constante comunicação com todos os colaboradores da zona de Lacquering possibilitou o início deste projeto com uma descrição do processo produtivo e identificação dos principais problemas de produção desta área da fábrica. Foi assim possível analisar detalhadamente os problemas, identificando as suas causas e estudar as melhores alternativas para a sua eliminação.

Com este estudo foi possível distinguir os seguintes pontos problemáticos da zona de produção: Estrangulamento da produção no final da área, não uniformidade do trabalho, dificuldades em passar informação a todos os operários, problemas com o mecanismo automático de colocação de tábuas na linha, problemas de esforço físico de alguns operários e um elevado número de defeitos.

Depois de recolhida toda a informação necessária para avaliar estes problemas, de forma a identificar as suas principais causas, foram elaborados alguns estudos de como seriam as melhores alternativas para os combater.

Em relação ao estrangulamento na zona final da área foi elaborado um estudo de tempos onde se identificou, nessa zona, quais as operações que causavam o estrangulamento. Depois de definidas as causas do estrangulamento decidiu-se que a resolução passaria por automatizar essa zona de trabalho. As consequências desta decisão passaram pela realocação de 3 operários (redução de 36.960 Euros anuais), eliminação do estrangulamento dessa zona. Obtendo um aumento de 1 ponto percentual na eficiência geral da fábrica logo no primeiro mês de implementação.

Relativamente à não uniformidade de trabalho e dificuldade em passar a informação a todos os operários, foi continuado e melhorado o projeto de Standard Work da empresa, onde os problemas de passagem

de informação foram praticamente eliminados. O produto tornou-se mais consistente e houve assim uma redução de 0.47 pontos percentuais em defeitos, representando um ganho de 20.182 Euros anuais.

Em relação ao problema existente com a máquina de colocação automática de peças na linha de produção, este foi resolvido com um simples sistema Poka-yoke que liberta em média 3 horas por dia de um operário, sendo este uma solução que resulta em ganhos de cerca de 4.629,9 Euros anuais.

No que diz respeito aos problemas de origem ergonómica nos postos de trabalho, foram elaborados possíveis soluções para este problema contudo não chegaram a ser implementados por razões monetárias e falta de tempo.

Em suma este projeto obteve um ganho total de cerca de 61.771,9 Euros/ano, tendo em conta o volume de produção referente ao ano corrente.

6.2 Trabalho Futuro

Como trabalho futuro propõem-se uma melhor racionalização do sistema de automação introduzido no final da linha com vista à redução, e até eliminação, do estrangulamento nesta parte da área de Lacquering, podendo ser necessária a aquisição de mais uma máquina de virar paletes caso o nível de output da linha aumente com a melhoria de eficiência da mesma. Tal deve-se ao facto de que poderá não ser possível planear a produção para que não haja estrangulamento nesta zona. Estes dois pontos são cruciais e podem aumentar consideravelmente a eficiência da área.

A continuidade do Standard Work também é necessária. Este é um projeto de melhoria continua e necessita de atualizações periódicas dependendo do desenvolvimento das linhas de produção e do seu nível de produção.

A implementação das propostas de melhoria a nível ergonómico também seria uma mais-valia para a fábrica pois melhorias deste nível iriam numa primeira fase motivar os operários, podendo levar a uma maior eficiência nestas áreas de trabalho, e podem inclusivamente reduzir a carga laboral atribuída a esta zona.

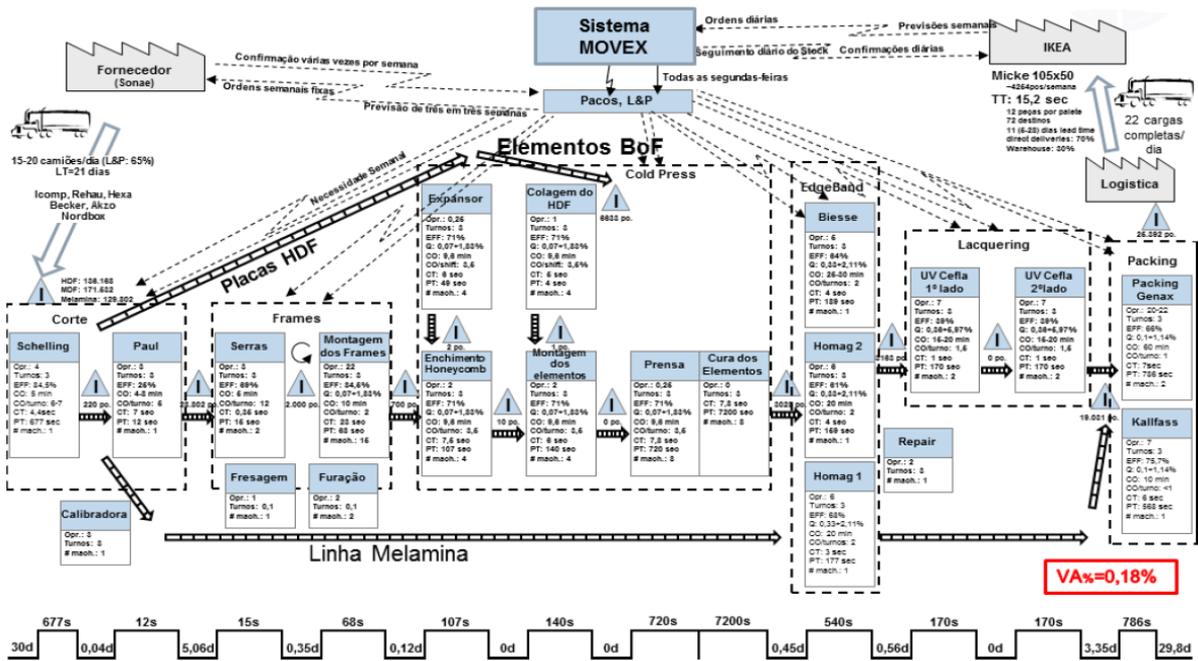
A aplicação de um estudo SMED é também sugerido como trabalho futuro, pois esta ferramenta permite uma redução substancial do tempo de Setup o que aumentava facilmente a ocupação da linha aumentando assim a eficiência da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

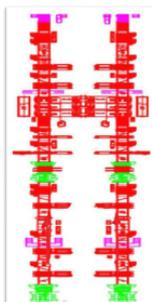
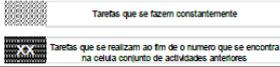
- Abdulmalek, F. A., and J. Rajgopal, 2007, Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study, *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236.
- Belekoukias, I., J. A. Garza-Reyes, and V. Kumar, 2014, The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations: *International Journal of Production Research*, v. 52, p. 5346-5366.
- Bicheno, J., 2000, *The Lean Toolbox (Second Edition ed.)*: PICSIE Books.
- Calarge, F. A., and J. C. Davanzo, 2004, Conceito de Dispositivos à Prova de Erros Utilizados na Meta do Zero Defeito em Processos de Manufatura. Vol 11: *REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA*.
- Coimbra, E. A., 2009, *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean*: Kaizen Institute Consulting Group Ltd.
- Dennis, P., 2007, *Lean Production Simplified*, Productivity Press.
- Feld, W. M., 2001, *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How To Use Them*: USA: St.
- Jaca, C., E. Viles, L. Paipa-Galeano, J. Santos, and R. Mateo, 2014, Learning 5S principles from Japanese best practitioners: Case studies of five manufacturing companies: *International Journal of Production Research*, v. 52, p. 4574-4586.
- Liker, J., 2004, *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*: New.
- Monden, Y., 1983, *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time (1ª: Institute Industrial Engineers*.
- O'Brien, R., 2001, *An Overview of the Methodological Approach Action Research. Teoria e prática da pesquisa da*.
- Ohno, T., 1988a, *Workplace Management*: Productivity Press.
- Patil, M. P. S., M. S. P. Parit, and M. Y. N. Burali, 2013, Poka Yoke: The Revolutionary Idea in Total Productive Management: *International Journal Of*.
- Pavnaskar, S. J., and J. K. Gershenson, 2003, *Fundamental Toolset for Lean Product Development: Proceedings of the 14th International Conference on Engineering Design (ICED) Stockholm, Sweden, August*.
- Pheasant, S., and C. M. Haslegrave, 2005, *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*: CRC Press.
- Pinto, J. P., 2009, *Pensamento Lean: A Filosofia das Organizações Lidel*.
- Rosenthal, M., 2002, *The Essence of Jidoka: SME Lean Directions*.
- Rother, M., and J. Shook, 1999, *Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*: Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.
- Shingo, S., 1985: *A Revolution in Manufacturing - The SMED system* , *Research Management*, p. 28.
- Shingo, S., 1989, *A Study of the Toyota Production System*.
- Silva, C., M. Tantardini, A. Staudacher, and K. Alviano, 2010, *Lean Production Implementation: A survey in Portugal and the comparison of results with Italian, UK and USA companies: Paper presented at the EurOMA Conference, Porto*.
- Sousa, R., R. Lima, D. Carvalho, and A. Alves, 2009, *An industrial application of resource constrained scheduling for quick changeover: Proceedings of IEEE International Conference on Industrial*, p. 189-193.
- Suzaki, K., 2010, *Gestão de Operações Lean - Metodologias Kaizen para a melhoria*.
- Team, T. P. P. D., 2002, *Standard Work for the Shopfloor*: New York: Production Press.
- Warnecke, H. J., and M. Huser, 1995, *Lean Production: International Journal Production*, p. v.41, p.37 – 43.
- Womack, J. P., D. t. Jones, and D. Roos, 1990, *The Machine That Change The World*: New York: Rawson Associates.

Anexos

Anexo I – VSM do produto mais produzido



Anexos II - Exemplos de folhas do Standard Work

Ikea Industry Paços de Ferreira		Standard Operating Sheet				DATA Aprovação	15-04-2015	SOS-2713	02
FÁBRICA: LAQUER&PRINT		ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	ELABORADO POR:		Jose Abrunhosa	
LacquerPrint e Foil		Lacquering	1 e 2	Básicos		APROVADO POR:		Mario Ferreira	
						TEMPO TOTAL ROTINA		INFORMAÇÃO ADICIONAL:	
						00:55:25			
PROCESSO		Lacq. Op Linha Básico - Execução						execução	
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout	
1	WES 4148	De <u>hora em hora</u> , fazer controlos da gramagem e fazer o seu registo na IQ 041 e na base de dados de produção.*		00:05:11	00:00:01	00:05:12	FP 205		
2	OPL 457	De <u>meia em meia hora</u> , fazer os controlos da viscosidade e registar os seus valores na IQ 090 e na Base de dados da produção. Quando estiver com espuma na lata, abrir a lata de cima até que fique com as propriedades da tinta ideais.	15	00:03:01	00:00:01	00:03:02	FP 205		
3	WES 661	De hora em hora, fazer controlos da temperatura das tintas e registar os seus valores na IQ 041 e na Base de dados da produção		00:04:54	00:00:01	00:04:55	FP 205		
4	WES 259	** De <u>hora em hora</u> é responsável por inserir os dados de produção na base de dados.		00:05:54	00:00:01	00:05:55			
5	WES 682 WES 644	De Hora em Hora, Realizar o teste da Grafite na Lixagem das Heeseemanne inserir os resultados nos quadros das Heeseemanne.		00:05:11	00:00:01	00:05:12			
6		Ajudar os outros operários, em trabalhos da linha quando necessário.		00:32:04		00:32:04			
						0			
						0			
NOTA: Tempo total para a tarefa ser feita nas duas Linhas.						0			
Notas: **Se tiver alguma informação que lhe diga que o operador de linha básico anterior não introduziu os dados de produção na base de dados. É então necessário Introduzir os dados do turno anterior.						0			
* Durante o teste da gramagem, verificar os níveis de tinta nas latas, caso não tenha tinta suficiente, encher as latas (WES 428 e OPL 301).									
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:			Observações:						
 									

Anexos III - Imagens representativas das alterações ergonómicas da Inspeção visual

