



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Sofia Torrinha Sampaio

**Melhoria das linhas de produção aplicando
princípios *Lean Thinking* numa empresa de
artigos de comunicação visual**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Outubro de 2018

DECLARAÇÃO

Nome: Ana Sofia Torrinha Sampaio

Endereço eletrónico: sofiasampaio14@hotmail.com

Telefone: 912 525 418

Número do Bilhete de Identidade: 14320688

Título da dissertação: Melhoria das linhas de produção aplicando princípios Lean Thinking numa empresa de artigos de comunicação visual

Orientador(es): Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A
REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmão, pelo amor incondicional!

À minha orientadora, Professora Anabela Alves, por todo o apoio.

A toda a minha família, pelo carinho e amizade, nomeadamente aos Torrinhinhas que sempre me acompanharam. Um agradecimento especial à minha tia Sofia.

A todos os meus amigos, com relevo os Patos da Sheet, por toda a amizade demonstrada ao longo destes anos e, acima de tudo, por tornarem esta etapa mais gratificante. Levo no coração as melhores recordações.

Obrigada

RESUMO

A presente dissertação enquadra-se no âmbito do Projeto de Dissertação inserido no curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho. Este projeto é o resultado de um trabalho desenvolvido em contexto industrial, cujo objetivo consistiu na implementação de técnicas e ferramentas *Lean*, com o intuito de melhorar a eficiência do processo produtivo de uma linha de montagem e embalagem da secção de alumínios, de uma empresa de artigos de comunicação visual.

No desenvolvimento do projeto foi aplicada a metodologia *Action-Research*, tendo sido seguidos os cinco passos principais associados a esta abordagem. O processo de investigação iniciou-se com uma revisão bibliográfica acerca dos principais conceitos relacionados com a temática *Lean Production*. Numa fase posterior, foi realizado o diagnóstico da situação inicial da linha de montagem e embalagem Process. Através da análise crítica ao estado inicial, foi possível identificar os principais problemas com auxílio de ferramentas como a análise ABC, gráfico de fluxo de processo, estudo de tempos por cronometragem, *Yamazumi chart*, matriz de competências e diagramas de causa-efeito.

No seguimento do presente projeto, após a identificação dos principais problemas da linha, foram apresentadas diversas propostas de melhoria, tendo sido algumas implementadas, tais como: aplicação da ferramenta 5S, criação de um quadro informativo *Lean*, criação de um quadro para colocação de ferramentas e criação de listas de acessórios e de ferramentas. Com a implementação destas propostas foi possível alcançar uma maior organização da linha Process, reduzir desperdícios, evitar a ocorrência de acidentes de trabalho e, ainda, evitar perdas de materiais.

Com a alteração do *layout* da linha e a instalação de um sistema para fecho das caixas, foi possível proporcionar à empresa um ganho de 103,22 euros por dia. A implementação do balanceamento da linha de embalagem manual, permitiu melhorar a eficiência das medidas de desempenho: taxa de produção aumentou para 132 memos/h; produtividade aumentou para 13,2 memos/h-h e tempo de atravessamento diminuiu para 1min e 30seg. Com a integração do controlo de qualidade na linha, estima-se que a empresa poderá obter um ganho anual de 9.601,80 euros. Por último, com a implementação das propostas associadas à redução de desperdício de materiais, estima-se a obtenção de um ganho anual de 304.706,91 euros.

PALAVRAS-CHAVE *Lean Production*, 5S, Gestão Visual, Balanceamento, Produtividade

ABSTRACT

This dissertation is part of my course of Integrated Master in Industrial Engineering and Management of the Minho University. This project is the result of work developed in an industrial environment, in which the goal consisted in the implementation of techniques and *Lean* tools, in order to improve the efficiency of the production process of an assembly and packaging line in an aluminum section, of a visual communication product company.

In the development of this project, an *Action-Research* methodology was applied, followed by the five main steps associated with this approach. The research process began with a bibliographic review of the main concepts related to *Lean Production*. At a later stage, a diagnosis of the initial situation of the assembly line and Process packaging was performed. Through a critical analysis of the initial state, it was possible to identify the main problems, with the aid of tools such as ABC analysis, process flow graph, time-by-timekeeping study, *Yamazumi chart*, matrix of competencies and cause-effect diagrams.

After the identification of the main problems in the line, several improvement proposals were presented, some of which were implemented, such as: the application of the 5S tool, the creation of an informative *Lean* board, the creation of a placement of tools framework and the creation of accessories and tools lists. With the implementation of these proposals it was possible to achieve a greater organization of the Process line, reduce waste, avoid the occurrence of accidents and also avoid material losses.

By means of a line layout change and the installation of a box closing system, it was possible to allow the company to obtain a gain of 103.22 euros per day. The implementation of manual packaging line balancing, enabled the efficiency improvement of the performance indicators: production rate increased to 132 boards/hour; productivity increased to 13.2 boards/hour-man and line crossing time decreased to 1 minute and 30 seconds. Along with the integration of quality control in the line, it is estimated that the company can obtain an annual gain of 9,601.80 euros. Finally, with the implementation of the proposals associated to the reduction of material waste, it is estimated that an annual gain of 304,706.91 euros will be obtained.

KEYWORDS

Lean Production, 5S, Visual Management, Balancing, Productivity

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação.....	4
1.4 Estrutura da dissertação.....	5
2. Revisão bibliográfica.....	7
2.1 <i>Lean Production</i>	7
2.1.1 <i>Toyota Production System (TPS)</i>	7
2.1.2 <i>Princípios Lean Thinking</i>	9
2.1.3 <i>Tipo de desperdícios</i>	11
2.2 <i>Ferramentas Lean</i>	12
2.2.1 <i>Kaizen</i>	13
2.2.2 <i>Técnica 5S e gestão visual</i>	14
2.2.3 <i>Standard Work</i>	16
2.2.4 <i>One-Piece Flow</i>	17
2.2.5 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	18
2.3 <i>Linhas de produção</i>	19
2.3.1 <i>Balanceamento de linhas de produção</i>	21
2.3.2 <i>Eventos Kaizen para balanceamento de linhas de produção</i>	23
3. Apresentação da empresa.....	25
3.1 <i>Identificação e localização</i>	25
3.2 <i>Visão, missão e valores</i>	26
3.3 <i>Produtos e marcas</i>	27

3.4	Principais matérias-primas.....	29
3.5	<i>Layout</i> geral e processo produtivo.....	30
3.6	Planeamento da produção.....	32
4.	Descrição e análise crítica da situação inicial.....	35
4.1	Breve descrição da secção dos alumínios.....	35
4.2	Caracterização da linha de montagem e embalagem Process.....	37
4.2.1	Processo produtivo.....	37
4.2.2	<i>Layout</i> da linha e organização dos postos de trabalho.....	40
4.2.3	Matéria-prima e componentes.....	43
4.2.4	Fluxo de materiais.....	46
4.3	Análise crítica e identificação de problemas da linha Process.....	47
4.3.1	Seleção do produto a estudar - Análise ABC.....	48
4.3.2	Elevadas paragens no funcionamento da máquina de montagem automática....	49
4.3.3	Elevado número de atividades que não acrescentam valor.....	50
4.3.4	Falta de balanceamento na linha de embalagem manual.....	52
4.3.5	Falta de polivalência e matriz de competências dos operadores na linha.....	54
4.3.6	Desorganização geral da linha, identificação desatualizada e falta de local apropriado para ferramentas.....	55
4.3.7	Baixa eficiência da linha de embalagem manual.....	58
4.3.8	Inspeção da qualidade realizada após o processo de embalagem de memos.....	60
4.3.9	Desperdício de materiais.....	63
4.4	Síntese dos problemas identificados.....	66
5.	Apresentação de propostas de melhoria.....	69
5.1	Implementação da ferramenta 5S e gestão visual.....	70
5.1.1	Criação de um quadro informativo <i>Lean</i>	72
5.1.2	Criação de um quadro para suporte de ferramentas.....	73
5.1.3	Organização da estante de abastecimento de acessórios à linha de embalagem	73
5.1.4	Criação de uma lista de acessórios e de ferramentas.....	75
5.2	Mudanças de <i>layout</i> na linha e sistema auxiliar para fecho das caixas.....	77
5.2.1	Mudança de <i>layout</i> na linha.....	77
5.2.2	Instalação de sistema auxiliar para fecho das caixas.....	79

5.3	Balanceamento da linha de embalagem manual e alteração do <i>layout</i>	80
5.4	Plano de formação e programa de rotatividade dos operadores	84
5.5	Integração do controlo da qualidade na linha Process.....	86
5.6	Substituição da placa interna de cartão por uma caixa de acessórios.....	89
5.7	Colocação de tampa na extremidade do equipamento de cola quente.....	90
6.	Análise e Discussão de Resultados	93
6.1	Maior organização e limpeza da linha de embalagem manual	93
6.2	Eliminação de operações sem valor acrescentado	94
6.3	Aumento da taxa de produção, da produtividade e redução do tempo de atravessamento.....	94
6.4	Redução da monotonia e aumento da autonomia	96
6.5	Redução de tempos de transporte de material e dos prazos de entrega.....	96
6.6	Redução de custos com materiais	99
6.6.1	Redução de cartão	99
6.6.2	Redução de cola.....	100
7.	Conclusão.....	103
7.1	Conclusões.....	103
7.2	Trabalho futuro	105
	Referências bibliográficas	107
	Anexos.....	111
	Anexo I – Gráfico de análise do processo de embalagem.....	113
	Anexo II – Estudo de tempos	115
	Anexo III – Cálculo do <i>Takt Time</i>	119
	Anexo IV – Listas de acessórios e de ferramentas.....	120
	Anexo V – Redistribuição das operações da linha de embalagem manual	126
	Anexo VI – Distribuição das operações pelos postos de trabalho após balanceamento da linha de embalagem manual.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa do TPS (Liker, 2004)	9
Figura 2 - Ciclo PDCA (Štefanić et al., 2012)	14
Figura 3 - Linhas de montagem de artigos únicos e múltiplos (Becker & Scholl, 2006)	20
Figura 4 - Exemplo de gráfico de precedências (Becker & Scholl, 2006).....	22
Figura 5 - Exemplo de gráfico Yamazumi (adaptado de (Cannas et al., 2018))	23
Figura 6 - Imagem área da empresa Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual, S.A.	25
Figura 7 - Marcas da empresa Bi-Silque	29
Figura 8 - Layout geral da Bi-Silque.....	30
Figura 9 - Principais processos produtivos da Bi-Silque	31
Figura 10 - Layout da secção dos alumínios	35
Figura 11 - Máquina de montagem de memos	37
Figura 12 - Máquina de embalagem de memos	37
Figura 13 - Máquina de filmagem de memos e de caixas	37
Figura 14 - Esquema dos processos produtivos da linha Process	38
Figura 15 - Exemplo de um modelo de memo produzido na linha Process.....	39
Figura 16 - Sequência de etapas do processo de montagem de memos	39
Figura 17 - Gráfico de análise do processo de embalagem simplificado.....	40
Figura 18 - Layout inicial da linha Process.....	41
Figura 19 - Materiais utilizados nos planos dos memos	43
Figura 20 - Modelos de perfis de alumínio	44
Figura 21 - Modelos de cantos de plástico	44
Figura 22 - Placas de cartão sobrepostas.....	45
Figura 23 - Caixa de cartão	45
Figura 24 - Acessórios do memo colocados no processo de embalagem manual.....	45
Figura 25 - Fluxo de materiais dos produtos intermédios e do produto acabado da linha Process	46
Figura 26 - Análise ABC às medidas de memos mais produzidas.....	49
Figura 27 - Principais causas de paragem da máquina de montagem automática	49
Figura 28 - Frequência do tipo de atividades (%)	51
Figura 29 - Relação percentual entre atividades VA e VNA	51
Figura 30 - Retirar memos da linha.....	52

Figura 31 - Armazenar memos no carrinho.....	52
Figura 32 - Tempos de ciclo e takt time dos PT do lado direito da linha de embalagem	53
Figura 33 - Tempos de ciclo e takt time dos PT do lado esquerdo da linha de embalagem	53
Figura 34 - Matriz de competências dos operadores na linha de embalagem manual	55
Figura 35 - Desorganização e falta de limpeza na linha de embalagem manual.....	56
Figura 36 - Desorganização da estante de acessórios	56
Figura 37 - Identificação de acessórios desatualizada.....	56
Figura 38 - Falta de local apropriado para colocação de ferramentas.....	58
Figura 39 - Diagrama de causa-efeito para a baixa eficiência da linha de embalagem manual	59
Figura 40 - Paletes de memos com sinalização de inspeção final.....	60
Figura 41 - Fluxograma da inspeção final de memos	62
Figura 42 - Placa externa de cartão	63
Figura 43 - Placa interna de cartão.....	63
Figura 44 - Acessórios no interior da placa interna de cartão	64
Figura 45 - Equipamento de aplicação de cola quente	66
Figura 46 - Limpeza da área envolvente à linha de embalagem manual	71
Figura 47 - Informações sobre a ferramenta 5S	71
Figura 48 - Folha de registo diário de limpeza.....	71
Figura 49 - Quadro informativo Lean	72
Figura 50 - Quadro para colocação de ferramentas.....	73
Figura 51 - Posição e identificação de cada ferramenta no quadro.....	73
Figura 52 - Organização da estante de acessórios	74
Figura 53 - Sistema de duas caixas	74
Figura 54 - Atualização da identificação de acessórios	74
Figura 55 - Etiqueta de identificação de acessórios	74
Figura 56 - Extrato da lista de acessórios.....	75
Figura 57 - Extrato da lista de ferramentas	76
Figura 58 - Alteração do PT1 no layout da linha Process	77
Figura 59 - Alteração da posição do equipamento de aspiração	78
Figura 60 - Sistema de fecho das abas laterais da caixa de cartão	80
Figura 61 - Tempos de ciclo e takt time dos PT do lado direito da linha de embalagem	81
Figura 62 - Tempos de ciclo e takt time dos PT do lado esquerdo da linha de embalagem	82
Figura 63 - Alteração do layout da linha Process com a implementação do balanceamento...	83

Figura 64 - Áreas de atuação do controlo da qualidade na linha Process	87
Figura 65 - Eliminação da zona de inspeção com a integração do controlo da qualidade na linha	88
Figura 66 - Caixa pequena de acessórios	89
Figura 67 - Memo embalado com caixa de acessórios.....	89
Figura 68 - Extremidade do equipamento de cola quente	91
Figura 69 - Protótipo de tampa para extremidade do equipamento	91
Figura 70 - Gráfico de análise do processo de embalagem.....	113

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Categoria de produtos da empresa Bi-Silque	27
Tabela 2 - Principais matérias-primas da Bi-Silque	29
Tabela 3 - Principais medidas de memos de cada linha/máquina	36
Tabela 4 - Descrição das atividades realizadas na linha de embalagem manual	40
Tabela 5 - Análise ABC às medidas de memos mais produzidas	48
Tabela 6 - Acidentes de trabalho ocorridos na linha Process em 2017	58
Tabela 7 - Dimensão das placas de cartão e custo das caixas de cartão.....	65
Tabela 8 - Dimensão comum das placas de cartão e custo do desperdício de cartão	65
Tabela 9 - Síntese dos problemas identificados e respectivas consequências	67
Tabela 10 - Síntese das propostas de melhoria.....	69
Tabela 11 - Plano de formação dos operadores da linha de embalagem manual.....	85
Tabela 12 - Programa de rotatividade dos operadores da linha de embalagem manual	86
Tabela 13 - Ganhos obtidos com o balanceamento da linha de embalagem manual	96
Tabela 14 - Transporte do produto não conforme nas inspeções da qualidade (1 ocorrência) 98	
Tabela 15 - Transporte do produto não conforme nas inspeções da qualidade (várias ocorrências)	98
Tabela 16 - Custo total do desperdício de cartão nas caixas de embalagem.....	100
Tabela 17 - Tabela de tempos observados para cada operação elementar da linha de embalagem manual	117
Tabela 18 - Tabela com dados referentes ao cálculo do Takt Time.....	119
Tabela 19 - Redistribuição das operações da linha de embalagem manual	126
Tabela 20 - Distribuição das operações pelos postos de trabalho após balanceamento da linha de embalagem manual	127

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ALB – *Assembly Line Balancing*

ALBP – *Assembly Line Balancing Problem*

AQL – Limite de Qualidade Aceitável

EMS – *Environmental Management System*

FSC – *Forest Stewardship Council*

GS – *German Safety*

IDI – Investigação, Desenvolvimento e Inovação

INC – *Incorporated*

ISO – *International Organization for Standardization*

JIT – *Just-In-Time*

LTD – Limitada

MDF – *Medium Density Fiberboard*

MIT – *Massachusetts Institute of Technology*

NP – Norma Portuguesa

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OHSAS – *Occupational Health and Safety Assessment Series*

PDCA – *Plan-Do-Check-Act*

PEFC – *Programme for the Endorsement of Forest Certification*

PME – Pequena ou Média Empresa

PT – Posto de Trabalho

S.A. – Sociedade Anónima

SALB – *Single Assembly Line Balancing*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TC – Tempo de Ciclo

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

TT – Takt Time

VA – Valor Acrescentado

VNA – Valor Não Acrescentado

WIP – Work-In-Progress

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo introduz-se o tema da presente dissertação, é apresentado o seu enquadramento bem como os principais objetivos. É descrita a metodologia de investigação utilizada e é apresentada a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Ohno (1988) identificou sete categorias de desperdício no meio industrial: sobreprodução; tempos de espera; transporte; sobreprocessamento; *stock*; movimentação e produtos com defeito. Melhorar a eficiência de um sistema produtivo implica eliminar esses desperdícios, o ideal é mesmo produzir sem desperdícios e alcançar uma percentagem de trabalho de 100%.

Segundo o mesmo autor, o desperdício com maior impacto negativo nas organizações é o da sobreprodução. Este ocorre, em larga escala, devido à tendência natural do ser humano em produzir quantidades superiores às necessárias pois tudo se torna mais confortável e seguro com uma quantidade considerável de *stock*. Esta ideia errada tende a permanecer na indústria moderna e é urgente alterar este modo de pensar das organizações. Assim, é importante desenvolver formas de produzir somente o que é necessário, nas quantidades necessárias e no momento necessário (Ohno, 1988). Foram estas as razões para que este executivo desenvolvesse com a família Toyota o *Toyota Production System* (TPS).

Foi também devido às características deste sistema que investigadores do MIT divulgaram o TPS como *Lean Production* (Womack, Jones, & Roos, 1990) e, mais tarde, *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996). *Lean Thinking* é uma forma de contrariar a ocorrência de desperdícios dentro de uma organização. Neste conceito a palavra *lean* (magro) é uma palavra-chave, uma vez que aborda a forma como as organizações podem fazer mais com menos, considerando a redução de esforço humano, equipamentos, tempo e espaço. Seguindo este pensamento é possível tornar o trabalho dos operadores mais positivo e atrativo, reunir esforços no sentido de eliminar desperdícios e, não menos importante, oferecer ao cliente exatamente o que ele quer, no preciso momento em que o deseja (Womack et al., 1990).

Segundo Womack e Jones (1996), *Lean Thinking* contempla cinco princípios: 1) determinar o valor de cada produto específico; 2) identificar a cadeia de valor de cada produto; 3) percorrer o fluxo de valor sem que hajam interrupções; 4) permitir que o cliente puxe o produto e 5)

perseguir a perfeição. A existência de *stock* nas empresas contraria estes princípios que devem ser implementados continuamente de forma a reduzi-lo.

A proveniência do *stock* numa indústria pode ter, essencialmente, duas origens: pode ocorrer de forma natural como resultado das atividades produtivas ou, simplesmente, pode ser *stock* “necessário”. A acumulação de *stock*, no primeiro caso (*stock* natural), pode dever-se a fatores como previsões erradas da procura, sobreprodução e produção em lotes. No segundo caso (*stock* necessário), a sua acumulação pode dever-se aos seguintes fatores: produção prévia resultante da antecipação de flutuações na procura; produção para compensar a gestão ineficiente e atrasos derivados de transporte e inspeção; produção para compensar avaria de máquinas e produtos com defeito e ainda, produção realizada em grandes lotes devido a elevados tempos de *setup* (Shingo, 1989).

De acordo com Shingo (1989), existem três estratégias para se alcançar uma produção sem *stock*: reduzir os ciclos de produção; eliminar a ocorrência de avarias e de produtos com defeito através da deteção e resolução das suas causas; reduzir tempos de *setup* aplicando SMED. A produção e respetivas operações necessárias à criação de bens ou serviços, tem adjacente a necessidade de utilizar eficazmente todos os meios disponíveis, dispondo-os numa implantação onde não se acumulem *stocks*. Desta forma, é essencial concretizar uma implantação eficaz dos departamentos, centros de trabalho e equipamentos, permitindo reduzir movimentos de materiais e de trabalhadores dentro de um sistema produtivo (Roldão & Ribeiro, 2004).

Existem várias configurações que podem ser implementadas em indústrias, uma implantação em linha, segundo Roldão & Ribeiro (2004), caracteriza-se pela disposição dos equipamentos e dos processos de trabalho de forma sucessiva, conforme as fases de produção – fluxo em linha. Este tipo de configuração está associado a processos contínuos e repetitivos, sendo necessário que todos os postos de trabalho tenham o mesmo tempo de execução, evitando assim o encadeamento das operações (Roldão & Ribeiro, 2004).

No entanto, uma implantação em linha de produção projetada para um determinado produto e volume rapidamente se torna obsoleta devido à constante mudança atual de requisitos de mercado. Para isso, torna-se necessário reconfigurar o sistema de produção (Alves, Sousa, Dinis-Carvalho, & Moreira, 2015), atendendo a princípios *Lean Thinking*.

Na empresa, Bi-Silque, onde se realizou esta dissertação, existem várias linhas de produção na secção do Office, para montar artigos de comunicação visual (e.g. quadros de comunicação). A procura de tais quadros tem variado, introduzindo nas linhas alguns desperdícios,

nomeadamente elevado WIP; existência de paragens frequentes para mudança de materiais; ineficiente balanceamento dos postos de trabalho e baixa produtividade. O espaço fabril encontra-se desorganizado devido à existência de uma quantidade considerável de *stock* de matérias-primas, produto intermédio e produto acabado. Este desperdício, para além dos custos acrescidos que traz à empresa, acarreta problemas de falta de espaço que dificulta a movimentação de empilhadores e operadores no espaço fabril. Perante a necessidade de resolver os problemas encontrados, pretende-se com este projeto desenvolver propostas de melhoria tendo por base a aplicação de Princípios *Lean Thinking* na secção de alumínios da empresa.

1.2 Objetivos

Esta dissertação teve como objetivo aumentar a eficiência das linhas de produção, aplicando princípios *Lean Thinking* na secção de montagem e embalagem de quadros de alumínio da empresa Bi-Silque. De forma a cumprir o objetivo, foi necessário:

- Diagnosticar os principais problemas na secção do Office;
- Identificar as ferramentas *Lean* mais adequadas ao sector de forma a ir de encontro a princípios da produção celular;
- Reconfigurar as linhas de produção;
- Definir planos de formação para os operadores relativamente às ferramentas *Lean* implementadas;
- Realizar reuniões periódicas com os operadores, com o intuito de os manter atualizados e motivados na melhoria contínua, permitindo assim um espaço de discussão de problemas e possíveis soluções;
- Analisar os resultados obtidos com a implementação das ferramentas *Lean*.

Com a concretização deste objetivo, pretendeu-se melhorar as seguintes medidas de desempenho:

- Reduzir o número de movimentações e transportes;
- Reduzir o número de deslocações;
- Aumentar a produtividade;
- Aumentar a eficiência;
- Reduzir custos.

1.3 Metodologia de investigação

Durante o desenvolvimento desta dissertação foi aplicada a metodologia de Investigação-Ação, que se caracteriza por intervir diretamente em contexto profissional, com o intuito de proporcionar uma melhoria (Lomax, 1990, citado em Coutinho et al. (2009)). A Investigação-ação descreve-se como um tipo de metodologia de investigação que engloba, simultaneamente, ações e reflexão crítica, de forma cíclica (Coutinho et al., 2009). Segundo (Kemmis, 1989), esta metodologia desenvolve-se, de forma contínua e cíclica, seguindo quatro fases: 1) planificação; 2) ação, 3) observação e 4) reflexão. Outros autores, como (O'Brien, 1998) consideram cinco fases nesta metodologia, sendo elas: 1) diagnóstico; 2) planeamento de ações; 3) implementação das ações selecionadas; 4) avaliação dos resultados obtidos e 5) especificação de aprendizagem.

Atendendo a estas fases, foi realizada uma análise crítica ao sistema produtivo atual, identificando os principais problemas existentes na secção do Office da empresa, tendo sido realizado o levantamento de documentos, dados e informações imprescindíveis à fase de diagnóstico. Esta análise contempla a observação direta de cada etapa do processo de fabrico; a discussão com chefes de linha e operadores no sentido de clarificar o funcionamento do sistema e ainda, a análise documental. De forma a auxiliar este estudo, foram utilizadas ferramentas como Diagrama de Pareto, Diagrama de Análise de Processo, Diagrama de Sequência de Atividades, Diagrama de Causa-Efeito, Diagrama de Spaghetti e Estudo de Tempos.

Na planificação foram definidas ações de melhoria que permitiram ultrapassar os problemas de ineficiência detetados no estudo prévio. Para cada uma das propostas de melhoria apresentadas no plano, foi descrito o respetivo procedimento de atuação.

Para a implementação das ações de melhoria, foi essencial o envolvimento de todas as partes interessadas (gestão de topo, colaboradores, entre outros). De forma a motivar os colaboradores, foram realizadas ações de formação acerca das técnicas e ferramentas *Lean* que poderão vir a ser implementadas.

Na penúltima fase, avaliação dos resultados obtidos, através das medições e anotações dos resultados, foi realizada uma comparação entre os indicadores de desempenho relativos à fase inicial e final do projeto. Desta forma foi possível identificar os benefícios da implementação das propostas de melhoria, as conclusões tiradas desta análise foram, devidamente comunicadas, a todos os intervenientes do projeto.

Por último, foram identificadas as ações que contribuíram para melhorar a eficiência das linhas de produção e ainda, definir as possíveis propostas de trabalho futuro, na secção em estudo, tendo sempre em vista a melhoria contínua.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em sete capítulos, sendo que o primeiro é referente ao enquadramento do projeto, no qual é apresentado o tema da dissertação assim como os principais objetivos pretendidos e a metodologia de investigação aplicada. O segundo capítulo é relativo à revisão bibliográfica, onde constam todos os conceitos essenciais à realização da dissertação, nomeadamente *Lean Production*, Ferramentas *Lean* e Balanceamento de Linhas de Produção.

No terceiro capítulo, é apresentada a empresa onde se desenvolveu o projeto, sendo feita uma referência à sua localização, aos principais produtos comercializados, às principais marcas e matérias-primas. De seguida, é demonstrado o *layout* geral da unidade industrial, é realizada uma descrição do processo produtivo e é apresentada a estratégia de planeamento da produção adotada pela empresa. No capítulo quatro, encontra-se descrita a secção dos Alumínios, com maior detalhe na caracterização da linha de montagem e embalagem Process, uma vez que é o principal foco de estudo desta dissertação. Neste capítulo é realizada uma análise crítica da situação inicial desta linha produtiva, seguida da identificação dos principais problemas detetados.

No capítulo cinco, são apresentadas as propostas de melhoria relativamente aos problemas detetados e que se encontram descritos no capítulo anterior. No capítulo seis, é realizada uma análise aos resultados obtidos com a implementação das propostas mencionadas e é feita uma previsão dos benefícios relativamente à implementação das propostas que não foram executadas no período de desenvolvimento deste projeto. No último capítulo, são apresentadas as conclusões finais e são mencionadas oportunidades de melhoria, consideradas importantes na concretização de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica dos principais conceitos relacionados com o tema da presente dissertação. Inicialmente é feita uma abordagem à filosofia *Lean Production*, mais especificamente ao *Toyota Production System* (TPS), aos princípios *Lean Thinking* e aos sete desperdícios. De seguida, é apresentada uma descrição de algumas técnicas e ferramentas associadas ao pensamento *Lean*. Por último, é introduzido o tema de implantação de sistemas de produção, fazendo-se referência a alguns métodos usados neste contexto.

2.1 *Lean Production*

O conceito *Lean Production* nasceu no Japão associado ao *Toyota Production System* (TPS), embora esta designação tenha sido divulgada por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos no livro “The Machine That Changed the World” em 1990. Este livro reportava que, as indústrias da América do Norte e da Europa seguiam as técnicas da produção em massa, criada por Henry Ford e Alfred Sloan, o que não trazia competitividade às empresas ao contrário do que acontecia com as novas técnicas e métodos aplicados nas empresas japonesas (Womack et al., 1990).

Estas técnicas e métodos inicialmente não tinham um nome e foram posteriormente divulgadas por *Lean Production* pelos autores acima referidos, que acreditam ser um sistema de produção capaz de proporcionar às empresas uma oportunidade de prosperidade e um trabalho mais gratificante. Este conceito agrega as características mais positivas da produção artesanal e da produção em massa, combinando assim a possibilidade de reduzir custos e aumentar significativamente a qualidade dos produtos, ao mesmo tempo que permite aumentar a sua variedade (Womack et al., 1990).

2.1.1 *Toyota Production System* (TPS)

O *Toyota Production System* (TPS) foi desenvolvido por Taiichi Ohno, devido à necessidade de responder às alterações do mercado na década de 40, que exigia a produção de uma elevada variedade de produtos em pequenas quantidades. A sua implementação foi realizada após a Segunda Guerra Mundial e tornou-se um desafio para a indústria japonesa uma vez que teria de competir com o sistema de produção em massa, fortemente implementado na indústria automóvel americana e europeia (Ohno, 1988).

Segundo Shingo (1989), a maioria das pessoas considera que o *Toyota Production System* é um sistema de *kanbans*; há outras pessoas que, conhecendo o seu funcionamento numa empresa, afirmam que é um sistema de produção, mas apenas uma pequena percentagem da população conhece a intenção do TPS, definindo-o como um sistema que permite eliminar totalmente os desperdícios. No entanto, o autor considera que a definição do TPS engloba: 80% a eliminação de desperdícios; 15% a classificação como um sistema de produção e somente 5% definido como um sistema de *kanbans* (Shingo, 1989).

O TPS pode ser visto como uma filosofia de produção que tem como objetivo reduzir o período de tempo desde que é recebido o pedido do cliente até ao momento da expedição, eliminando os desperdícios existentes. Armazenar o produto enquanto se espera pelo pedido do cliente é considerado desperdício, pretende-se iniciar a produção logo após o pedido, o mais breve possível, no menor tempo de execução possível (Liker, 1997). O autor considera assim o TPS como um sistema e não um conjunto de práticas isoladas, mais ainda, define-o como sendo um processo, uma jornada e não um estado final.

Normalmente, os sistemas e conceitos que asseguram o *Toyota Production System* são representados na casa TPS (Figura 1). A associação a uma casa é uma forma simples de demonstrar que o TPS apenas funciona se todas as partes envolvidas trabalharem juntas, isto é, tal como uma casa só se segura se a sua base e os seus pilares estiverem firmes. Basta um dos pilares do TPS ser mais fraco para colocar em risco o sucesso do sistema, assim todas as partes devem funcionar em conjunto para formarem um todo (Liker & Morgan, 2006).

A casa do TPS, desenvolvida por Fujio Cho, um discípulo de Taichii Ohno, contempla certos princípios centrais, começando pelo objetivo de melhorar a qualidade, diminuir os custos e reduzir o tempo de entrega, representado no telhado da casa (Liker, 2004). Os dois pilares da casa representam o *Just-In-Time* (JIT), que se caracteriza por criar fluxo dos materiais ao longo do processo, produzindo o artigo certo, na quantidade certa e no momento certo; o segundo pilar representa o *Jidoka*, um conceito associado a máquinas com inteligência humana, capazes de parar a produção quando detetam um defeito, evitando assim que este se repita (Liker & Morgan, 2006).

No centro da casa do TPS estão representadas as pessoas, uma vez que a melhoria contínua só é assegurada com a intervenção de todos os colaboradores, no sentido de identificarem desperdícios e resolverem os problemas atacando a sua causa, para tal devem questionar-se do verdadeiro motivo pela qual o problema ocorre (Liker, 2004).

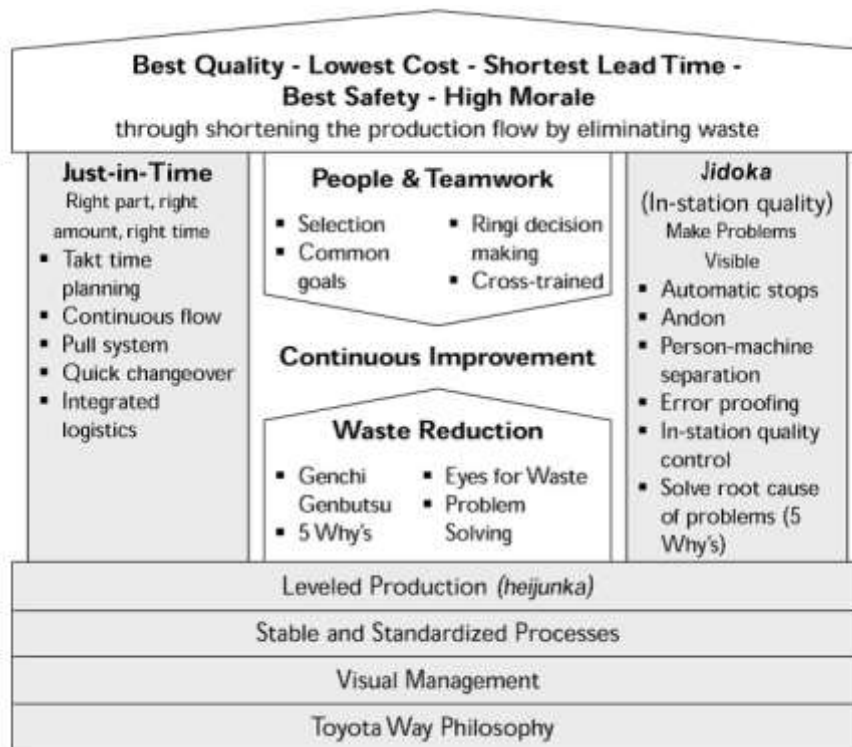


Figura 1 - Casa do TPS (Liker, 2004)

Na base da casa, encontram-se vários elementos essenciais para atingir os objetivos pretendidos pelo TPS: o nivelamento da produção ou *Heijunka*, que permite nivelar a produção em volume e variedade, reduzindo a quantidade de inventário; a criação de processos padronizados e estáveis e ainda a implementação de sistemas de gestão visual.

2.1.2 Princípios *Lean Thinking*

A filosofia *Lean Thinking* surgiu do conceito *Lean Production* através de uma publicação dos autores Womack e Jones (1996). Estes autores salientam a importância do “pensamento” *Lean* introduzindo cinco princípios fundamentais para a concretização de uma transformação *Lean* eficiente. A dificuldade existente nas empresas em manter e sustentar as técnicas implementadas leva à necessidade de criar uma mudança de cultura, que permita sustentar todos os esforços envolvidos nas práticas do *Lean Production* (Yamamoto & Bellgran, 2010).

Womack e Jones (1996) consideram que o *Lean Thinking* é um método que contraria a existência de desperdícios dentro das organizações através da identificação do valor e da sequenciação eficaz de ações de criação de valor; realizando todas as atividades sem interrupção a partir do momento em que são solicitadas. Esta filosofia foi resumida pelos autores em cinco princípios: valor, cadeia de valor, fluxo contínuo, sistema *pull* e perfeição, sendo cada um deles descritos de seguida:

- **Valor:** A primeira e mais crítica etapa do *Lean Thinking* é especificar o valor, tendo sempre em vista a perspectiva do cliente final. O valor deve ser definido relativamente a um produto ou serviço específico, a um determinado preço e num determinado momento, tendo em conta os requisitos especificados pelo cliente. O desafio para as organizações é produzir esse produto ou serviço, com o melhor desempenho, garantindo a qualidade pretendida ao mais baixo custo.
- **Cadeia de Valor:** A segunda etapa caracteriza-se pela identificação de todas as atividades imprescindíveis à conceção do produto ou serviço, desde que o cliente efetua o pedido até ao preciso momento em que é satisfeito. Conhecer toda a cadeia de valor é essencial para identificar fontes de desperdício, deve-se começar por distinguir as atividades que acrescentam valor ao longo do processo produtivo das que efetivamente não acrescentam. Posteriormente deve-se proceder à eliminação, tanto quanto possível, das atividades que não acrescentam valor (aquelas que apenas resultam em desperdício para a empresa).
- **Fluxo Contínuo:** Após a eliminação dos desperdícios identificados na cadeia de valor, segue-se a criação de um fluxo contínuo, sem qualquer interrupção, das etapas de criação de valor, desde o momento em que a matéria-prima entra no sistema produtivo até que sai o produto acabado. A criação de um fluxo contínuo é possível com eliminação de todos os desperdícios, paragens e retrocessos existentes entre as fases de *design*, encomenda e produção do produto.
- **Sistema Pull:** Um sistema *pull* tem a capacidade de projetar, planear e produzir especificamente o que o cliente necessita, no exato momento em que o necessita, é o cliente quem “puxa” a produção a partir do momento em que é feita a encomenda. Este sistema permite reduzir os níveis de *stock* e o tempo de entrega uma vez que há uma redução significativa do tempo de processamento. Esta metodologia é o oposto do que acontece no sistema *push*, caracterizado por empurrar o produto até ao cliente, sendo muitas vezes produto indesejado.
- **Perfeição:** A última etapa tem como objetivo uma procura constante pela perfeição, tentando continuamente reduzir todo o esforço, tempo, espaço, custo e erros identificados na cadeia de valor. Desta forma, torna-se possível oferecer ao cliente o produto ou serviço que ele efetivamente deseja. A interação entre todas as partes envolvidas na organização (fornecedores, distribuidores, funcionários e clientes) permite descobrir o verdadeiro caminho para a criação de valor.

O pensamento *Lean Thinking* reúne esforços no sentido de converter o desperdício em valor, permitindo oferecer ao cliente exatamente o que ele deseja. Esta filosofia impulsiona as organizações a alcançar o objetivo de fazer o máximo possível com o menor esforço humano possível, utilizando menos equipamentos e menos tempo (Womack & Jones, 1996).

2.1.3 Tipo de desperdícios

Shingo (1989) define desperdício como qualquer atividade que no sistema produtivo não contribui para a execução das operações, como os tempos de espera, a acumulação de produtos semi-acabados e a movimentação de materiais. Considera que existem dois tipos de operações, as que acrescentam valor ao produto e as que não acrescentam (Shingo, 1989). As operações que acrescentam valor são as que o cliente está disposto a pagar, enquanto as que não acrescentam são aquelas que acarretam custos para a empresa, mas que não se incluem no preço que o cliente paga pelo produto. Desta forma, é imprescindível eliminar este tipo de operações, evitando que as empresas acarretem maiores custos de produção (Ortiz, 2006).

Desperdício são todas as atividades que de alguma forma aumentam custos, tempos e não criam qualquer valor, apenas consomem recursos e não satisfazem o cliente. Se um processo ou uma operação não contribui para a criação de valor, então deve-se procurar um mecanismo de eliminação ou redução dessa operação (Amaro & Pinto, 2007).

A melhoria da eficiência de uma organização implica a eliminação dos desperdícios, tornando a percentagem de trabalho o mais próximo possível dos 100%. O primeiro passo para a sua eliminação é identificar exatamente cada tipo de desperdício existente (Ohno, 1988). Durante o desenvolvimento do TPS, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo identificaram os sete tipos de desperdícios mais conhecidos e presentes nas organizações (Ohno, 1988):

- **Excesso de produção:** Caracteriza-se pela produção de quantidades superiores às pretendidas, esta é a categoria de desperdícios que mais prejudica as organizações uma vez que contraria a produção *Just-in-Time*. Este desperdício provoca o aumento dos níveis de *stock* e leva à utilização de recursos desnecessários.
- **Esperas:** As esperas estão relacionadas com o tempo perdido pelas pessoas e por equipamentos cada vez que aguardam por algo no meio industrial. A situação de espera pode dever-se a fatores como problemas de *layout*, avarias, defeitos, acidentes e/ou atrasos nas entregas dos fornecedores.
- **Transporte e movimentações:** Transporte é definido como a movimentação de materiais, produtos acabados ou intermédios, havendo a transferência de objetos de um

local para outro. Este tipo de desperdício causa problemas nas organizações como o aumento de custos, aumento do tempo de fabrico e danos nos materiais.

- **Desperdício do próprio processo:** São todas as operações e processos que não são necessários à fabricação do produto ou que de alguma forma estão incorretos. Esta situação contribui para o aumento de defeitos e pode ser resolvida através da substituição dos processos existentes por outros mais eficientes.
- **Stocks:** Os *stocks* denunciam materiais acumulados por um certo período de tempo, dentro ou fora do espaço fabril. As causas deste género de desperdício são variadas, sendo as mais comuns a existência de um *layout* fraco; tempos de mudança de ferramentas elevados; estrangulamentos no processo; problemas relacionados com a qualidade (defeitos e inspeções) e diferentes ritmos/velocidades de trabalho.
- **Defeitos:** A ocorrência de defeitos pode dever-se a vários fatores nomeadamente o erro humano. O aumento da frequência de defeitos no produto origina reclamações dos clientes, ao qual se associam custos de reparação e inspeção; de forma a eliminar a sua ocorrência é necessário detetar a causa-raiz do problema.
- **Deslocações e manuseamento:** O trabalho desnecessário está associado ao movimento realizado dos operadores e que não é necessário para as operações, por outro lado considera-se que trabalho é todo o movimento imprescindível para que haja criação de valor ao produto.

Pinto (2009) considera que cerca de 95% do tempo despendido por uma organização está relacionado com atividades que não acrescentam valor. A estas atividades os japoneses designam por *muda*, uma vez que utilizam recursos e tempo na produção de bens, que culminam em produtos mais dispendiosos do que deveriam.

Os sete tipos de desperdícios estão incluídos num conceito mais alargado: os 3 Ms – *Muda*, *Mura* e *Muri*. *Muda* significa desperdício; *Mura* está associado à variabilidade e representa o défice de estabilidade e capacidade, este conceito caracteriza-se pela ocorrência de picos de variação dentro das organizações; *Muri* significa dificuldade, sobrecarga e associa-se ao conceito de perda de tempo e de energia (Coimbra, 2009).

2.2 Ferramentas *Lean*

Neste subcapítulo são apresentadas algumas técnicas e ferramentas associadas ao pensamento *Lean*, nomeadamente *Kaizen*, técnica 5S e Gestão Visual, *Standard Work*, *One-Piece Flow* e *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Estas ferramentas são utilizadas para realizar qualquer

intervenção no sistema produtivo de uma organização, com o intuito de obter melhorias na eficiência do processo.

2.2.1 *Kaizen*

Kaizen é uma filosofia de origem japonesa que se baseia na melhoria contínua, foca-se predominantemente na eliminação de desperdícios, na padronização de operações e na organização e limpeza do local de trabalho. Realça a importância para a envolvimento de todos os colaboradores no sentido de procurar continuamente melhorias no seio da organização (Ortiz, 2006).

Descrita inicialmente por Imai (1986), *Kaizen* é uma metodologia de melhoria contínua a nível pessoal, social e profissional. Imai (1986, citado em (Kaataja & Kouri, 2010) considera que esta metodologia, quando aplicada no local de trabalho, necessita do envolvimento de gerentes e trabalhadores.

Kaizen define-se como um método que integra diferentes modos de pensar e o seu principal objetivo não é a redução de custos, embora seja um dos resultados das atividades desenvolvidas no âmbito desta metodologia (Štefanić, Tošanović, & Hegedić, 2012).

A aplicação desta abordagem envolve a criação de equipas multifuncionais constituídas por engenheiros, gerentes e operadores com um objetivo comum, sendo a primeira etapa a identificação do problema, seguindo-se a definição de metas a alcançar para se encontrar a respetiva solução. Estas equipas podem atuar em qualquer área da organização que necessite de melhorias, sendo fundamental motivar e encorajar todos os participantes a desempenhar o seu papel nas atividades (Chen, Dugger, & Hammer, 2001).

Segundo Pinto (2009), este conceito impulsiona a proatividade dos colaboradores na resolução de problemas e cada passo executado leva à aproximação da perfeição, reduzindo custos, melhorando a qualidade dos produtos e ainda aumentando a satisfação dos clientes.

A filosofia *Kaizen* recorre ao ciclo PDCA ou ciclo de Deming (Figura 2), uma ferramenta que teve origem no Japão, inicialmente definida por Walter Shewhart mas popularizada mais tarde por W. E. Deming. Este ciclo é definido por uma sequência de pequenos incrementos, realizados de forma sistemática, no sentido da melhoria contínua cuja meta é a perfeição (Pinto, 2009). A sua configuração assenta num círculo constituído por quatro etapas (Rother, 2010):

- Plan (planear): Identificar o problema e definir as ações a realizar de modo a alcançar os resultados pretendidos.

- Do (fazer): Executar as ações definidas de acordo com o plano.
- Check (verificar): Comparar os resultados obtidos com os resultados esperados.
- Act (atuar): Padronizar os processos melhorados e iniciar novo ciclo PDCA para se obterem novas melhorias.

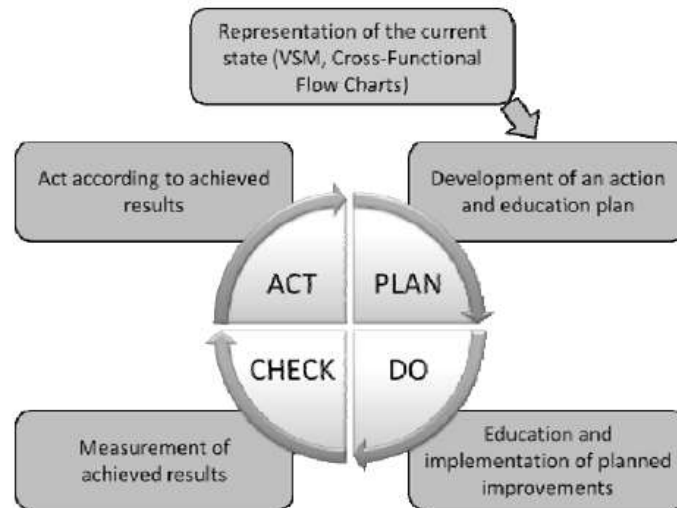


Figura 2 - Ciclo PDCA (Štefanić et al., 2012)

O processo *Kaizen* obriga a que as equipas de trabalho pensem “fora da caixa”, o que permite obter resultados inovadores. Atualmente, a capacidade das organizações responderem eficazmente às mudanças do mercado é facilitada com a implementação desta metodologia, uma vez que são abordadas as principais necessidades enfrentadas pelas empresas (Chen et al., 2001).

2.2.2 Técnica 5S e gestão visual

A técnica 5S compreende um conjunto de atividades cujo objetivo é a eliminação de resíduos que levam à ocorrência de erros, defeitos e lesões nos locais de trabalho. Esta técnica contraria a acumulação de desperdícios ao longo do tempo, que causam vários problemas e contribuem para que o trabalho executado seja menos eficiente (Liker, 2004). Estes desperdícios incluem inventários desnecessários (WIP); inventários com defeito; ferramentas e equipamentos fora de utilização e, ainda, mesas e estruturas não necessárias (Monden, 1998).

Esta abordagem permite melhorar o desempenho dos processos e dos trabalhadores, a metodologia aplicada assenta na manutenção dos postos de trabalho, criando as condições ideais através da ordenação, arrumação e organização. A metodologia dos 5S é composta por cinco palavras japonesas iniciadas com a letra “S” (Pinto, 2009):

- *Seiri* (organização): Identificar tudo o que é desnecessário à realização das operações em determinado posto de trabalho e fazer a separação do que é útil daquilo que é inútil.
- *Seiton* (arrumação): Atribuir uma localização específica para cada material, colocando mais próximo do trabalhador os materiais utilizados com maior frequência. Identificar com etiquetas todos os materiais e respetivos lugares, verificando que ocupam o lugar certo.
- *Seiso* (limpeza): Fazer a limpeza do local de trabalho e da área envolvente; criar normas de limpeza para o respetivo posto. Definir zonas de trabalho dentro do posto de trabalho e atribuir uma zona a cada operador.
- *Seiketsu* (normalização): Criar normas de limpeza e de arrumação para cada posto de trabalho e normalizar os equipamentos do mesmo género, em toda a fábrica.
- *Shitsuke* (autodisciplina): Colocar em prática as medidas de limpeza e organização estabelecidas; verificar se os materiais estão no local certo; verificar se o posto de trabalho está limpo; realizar inspeções periódicas e criar listas de verificação.

Um número crescente de empresas e autores acrescentam um sexto S à lista anterior, o de Segurança, defendendo que este não pode ser desprezado nem dissociado dos restantes uma vez que é um fator de igual importância num sistema organizacional. A implementação da técnica 5S promove a criação de um ambiente seguro, procurando evitar que os funcionários utilizem equipamentos de segurança individual (capacete, luvas, óculos, calçado adequado), sendo no entanto essencial a correta utilização de todos os equipamentos e ferramentas (Creative Safety Supply, 2010).

Segundo Liker (2004), os programas 5S mais eficientes são os submetidos a auditorias regulares por parte da gestão de topo, possibilitando a continuidade da técnica e promovendo a motivação das equipas de trabalho através da atribuição de prémios. As auditorias contribuem para uma maior responsabilização dos trabalhadores relativamente ao seu local de trabalho, havendo a preocupação constante em manter o local limpo e organizado.

Monden (1998) considera que a técnica 5S permite que o trabalhador utilize apenas o que é necessário, no momento necessário e nas quantidades necessárias. O autor afirma que é possível aumentar a qualidade dos produtos e reduzir o tempo de entrega, ao mesmo tempo que ajuda as organizações a cultivar boas relações com clientes, fornecedores e visitantes.

Fundamental para a concretização dos 5S é a técnica de gestão visual. Esta é um processo de suporte ao aumento da eficiência organizacional, contribuindo para que tudo se torne mais

visível e lógico (Pinto, 2009), fornece um conjunto de informação acessível e perceptível, possibilitando aos próprios olhos detetar a ocorrência de erros e a existência de desperdícios (Bevilacqua, Ciarapica, Mazzuto, & Paciarotti, 2013).

Um local de trabalho visual caracteriza-se como um ambiente auto-ordenado, autoexplicativo, autorregulável e autoaperfeiçoável, onde o que tiver de acontecer acontece, no tempo certo, devido às soluções visuais implementadas (Galsworth, 2005, citado em Bevilacqua et al., 2013).

A implementação de um sistema de gestão visual funciona como um complemento ao ser humano por contribuir para a sua orientação visual, tátil e auditiva. Os indicadores deste sistema devem encaminhar para um comportamento padrão, alertando de forma eficiente qualquer desvio deste, através de sinais sonoros, visuais ou táteis (Liker, 2004). Os sinais visuais podem surgir de forma diversificada, recorrendo a cartões *Kanban*, caixas *Heijunka*, sombreado das ferramentas em quadros, marcações no chão e paredes, sistemas de semáforo e vestuário colorido (Pinto, 2009).

2.2.3 *Standard Work*

Standard work é uma ferramenta que auxilia e avalia os processos produtivos de uma estação de trabalho com o objetivo de atingir a produção sincronizada. Definida por Ohno, esta ferramenta contempla três elementos principais: tempo de ciclo, sequência de trabalho e inventário padrão (Wilson, 2010). É considerada a combinação mais eficiente entre homem, máquina e material, cujo desempenho culmina num conjunto de operações padronizadas simples e visíveis, sendo qualquer desvio visto como uma anomalia (Villiers, 2008).

A padronização das operações contribui para a uniformização do processo, permitindo que todos os trabalhadores realizem as mesmas ações para executar o mesmo trabalho. Repetindo continuamente as tarefas segundo esse padrão, alcança-se um comportamento rotineiro (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2008).

Segundo Monden (1998), para se atingir o princípio máximo do TPS – redução dos custos relacionados com a produção, é essencial alcançar os três principais objetivos do *standard work*:

- Estabelecer uma sequência padronizada das operações, permitindo que o trabalho seja realizado de forma mais eficiente, sem movimentos desnecessários e com o mínimo número de trabalhadores;

- Balancear as linhas de produção de forma a tornar o tempo de produção constante em todas as estações de trabalho, introduzindo o conceito de tempo de ciclo nas operações padrão;
- Garantir a existência da quantidade mínima de inventário no processo, o que implica determinar o número mínimo de unidades necessárias para que o trabalhador execute as operações padrão.

A esta ferramenta associam-se diversas vantagens para o sistema organizacional, tais como: existência de um ponto de referência a partir do qual se promove a melhoria contínua; controlo do processo mais eficiente; diminuição da variabilidade; melhor qualidade e flexibilidade dos produtos; processo mais estável com maior previsibilidade dos resultados e identificação mais clara da ocorrência de anomalias (Emiliani, 2008).

A execução das operações deve ser o mais consistente possível para que a organização tenha condições de sobrevivência e crescimento, no entanto a variabilidade existente na forma como diferentes trabalhadores executam a mesma operação dificulta esse processo. De forma a minimizar essa variabilidade, é importante documentar detalhadamente a melhor maneira de realizar determinado processo, possibilitando assim uma padronização eficiente das operações (Ungan, 2006).

Ungan (2006) realça a importância para a obtenção de conhecimento junto dos trabalhadores mais experientes e com maior habilidade para se desenvolver uma base documental que proporcione um melhor desempenho nos processos. A semântica utilizada deve ser simples e perceptível, uma vez que os procedimentos padronizados serão visualizados por diferentes colaboradores, em diferentes circunstâncias.

Emiliani (2008) considera imprescindível encorajar os trabalhadores a contribuir com melhores ideias sobre o modo de execução do trabalho, contrariando assim a ideia de que a padronização das operações é algo estático e que não sofre alterações ao longo do tempo.

2.2.4 *One-Piece Flow*

A ferramenta *One-Piece Flow*, juntamente com o conceito de produção puxada, constituem os principais princípios associados à produção *Just-In-Time*, desenvolvida no Japão. Henry Ford foi o pioneiro na introdução do conceito *One-Piece Flow*, durante o seu trabalho na indústria automóvel. Ford apercebeu-se de que a abordagem tradicional de montagem de automóveis, em que estes se mantêm fixos enquanto os operadores se movimentam entre eles para montarem

as peças, não é a mais vantajosa. A abordagem introduzida por Ford consistiu em colocar uma corda para puxar os automóveis ao longo da linha de montagem, obrigando a que todas as operações fossem realizadas num carro de cada vez, reduzindo significativamente o tempo de montagem (Sekine, 1990).

A abordagem *One-piece Flow* permite reduzir significativamente os níveis de inventário e o prazo de entrega quando comparado com a produção em lotes. Isto verifica-se porque num sistema de produção em lotes, quando as operações individuais terminam, o produto fica na linha à espera para que todo o lote seja concluído. Outro benefício desta abordagem é a melhoria da qualidade do produto uma vez que, quando é detetado um defeito, as ações corretivas são implementadas no momento (Feld, 2001).

Criar um sistema de produção com fluxo de peça única implica alterar o *design* do *layout*, das máquinas e dos equipamentos de forma a produzir uma peça de cada vez, na sequência certa das operações, sem que haja interrupções na cadeia produtiva, desde a matéria-prima até ao produto acabado (Coimbra, 2009).

2.2.5 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é uma ferramenta de medição quantitativa que mede o desempenho dos equipamentos. Foi desenvolvida por Nakajima (1988), a partir do conceito *Total Productive Maintenance* (TPM), que tem por objetivo maximizar a eficácia operacional dos equipamentos (Muchiri & Pintelon, 2008).

A eficiência e a eficácia são palavras de ordem no mercado atual, cada vez mais competitivo, o que significa que quanto maior a eficiência e a eficácia de uma organização maior será a sua produtividade. Desta forma, verifica-se que uma utilização eficaz dos recursos como trabalhadores, máquinas, materiais e métodos, resulta numa maior produtividade para as empresas (Relkar & Nandurkar, 2012).

O OEE é uma ferramenta simples e prática que permite monitorizar e melhorar a eficácia dos processos de produção associados a máquinas e equipamentos. Identifica as principais fontes de desperdício, quantificando as perdas de produtividade e indica as áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias (*The Fast Guide to OEE*, 2002).

Este indicador permite avaliar as condições reais de utilização dos equipamentos de uma indústria, através da quantificação dos índices de disponibilidade do equipamento, desempenho e qualidade. O cálculo do OEE é obtido através da equação:

$OEE (\%) = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade$, permitindo desta forma avaliar o grau de conformidade com os requisitos de produção (Santos & Santos, 2007).

Nakajima definiu as seis grandes perdas relacionadas com os equipamentos, apresentadas de seguida (Nakajima, 1988):

- A falha dos equipamentos pode ser dividida em duas categorias: (1) perdas de tempo devido à redução da produtividade e (2) perdas de quantidade quando os produtos têm defeito;
- O tempo de configuração e ajuste da máquina provoca tempos de inatividade e defeitos no produto resultantes do ajuste da máquina para os requisitos de outro produto;
- Pequenas perdas ocorrem devido à interrupção da produção por mau funcionamento temporário da máquina ou pelo ritmo de produção mais lento;
- Perdas de velocidades da máquina devido à diferença entre a velocidade operacional projetada para a máquina e a velocidade operacional real;
- Redução do rendimento da máquina que ocorre nas fases iniciais de produção, desde que a máquina inicia a produção até esta estabilizar;
- Defeitos de qualidade e retrabalho são considerados perdas de qualidade, provocadas por equipamentos produtivos em mau funcionamento.

Nakajima (1988, citado em Santos & Santos (2007)) considera que o OEE permite identificar custos escondidos nas indústrias e que, a meta a atingir deverá ser um OEE de 85%, uma vez que é o valor considerado ideal para um desempenho eficaz dos equipamentos.

2.3 Linhas de produção

Uma linha de produção é composta por áreas produtivas, mais concretamente estações de trabalho, cuja disposição ao longo da linha ocorre de forma sequencial. A eficiência de uma linha depende da determinação de parâmetros como o número de trabalhadores a alocar a cada estação e o conjunto de tarefas que constituem cada uma das estações. Estas decisões devem ser otimizadas para que se torne possível diminuir os custos associados à produção e aumentar o rendimento da linha (Alghazi & Kurz, 2018).

Uma linha mal balanceada acarreta vários custos para a empresa, estes estão associados a fatores como má qualidade nos produtos, baixa produtividade da linha, elevadas quantidades de inventário, linhas de montagem longas, elevados tempos de inatividade de operadores e máquinas, baixo aproveitamento do espaço e longos prazos de entrega (Ortiz, 2006).

A existência de diferentes tipos de linha, mediante o modelo de artigos que produz (Figura 3), influencia o estudo de um balanceamento. A diversidade quanto à variedade e sequência de artigos condiciona o tipo de estratégia de balanceamento a aplicar, sendo que existem três categorias de linhas distintas (Kumar & Mahto, 2013):

a) *Single-Model Assembly Line*

Uma linha de modelo único centra-se na produção de um único tipo de produto em elevadas quantidades, este tipo de linha é associado à produção em massa.

b) *Mixed-Model Assembly Line*

Uma linha de modelos misturados tem a capacidade de se adaptar à produção de diversos tipos de produtos. O tempo de *setup* entre cada modelo deve ser o mais reduzido possível, tornando-se quase insignificante, para conseguir-se a produção *one-piece-flow*. Desta forma torna-se viável alternar a produção entre modelos diferentes.

c) *Multi-Model Assembly Line*

Uma linha multimodelo também tem a capacidade de produzir diversos tipos de produtos, com a diferença de que não é possível obter tempos de *setup* tão reduzidos. Por esta razão a produção é realizada em pequenos lotes para os diferentes modelos, permitindo otimizar o tempo disponível para a produção.

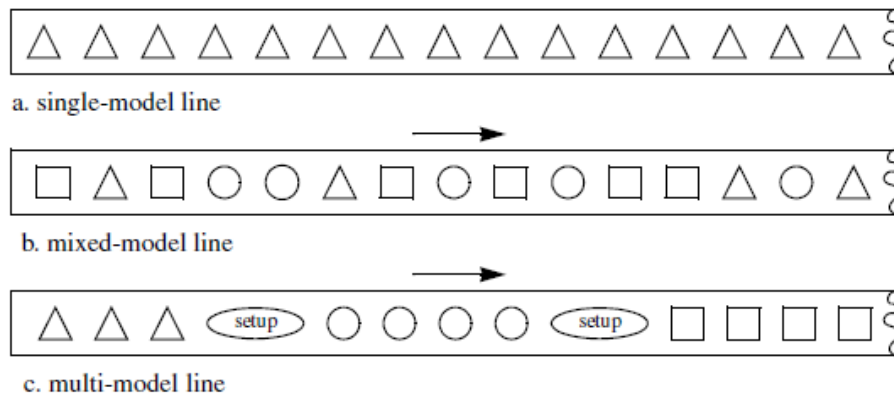


Figura 3 - Linhas de montagem de artigos únicos e múltiplos (Becker & Scholl, 2006)

As linhas de montagem apresentam configurações diferentes mediante as características inerentes à produção dos artigos em causa, de seguida são apresentadas três configurações de linhas que refletem a realidade industrial (Simaria, Xambre, Filipe, & Vilarinho, 2010):

- Estações Paralelas: Neste tipo de configuração verifica-se a repetição de uma ou mais estações de trabalho que executam as mesmas tarefas em produtos distintos. Esta

disposição permite obter tempos de ciclo mais baixos, uma maior taxa de produção e maior flexibilidade da linha de montagem.

- Linhas de dois lados: Neste tipo de configuração os operadores executam tarefas de ambos os lados da linha, verificando-se principalmente quando os produtos são de grande porte e a sua montagem requer operações num lado específico do produto.
- Linhas flexíveis em U: Linhas preparadas para dar resposta à elevada variabilidade da procura. Estas linhas necessitam de ser rebalanceadas com frequência, por isso, sempre que se verifica uma alteração na quantidade a produzir, mantém-se o *layout* da linha e ajusta-se o número de trabalhadores e as tarefas a executar.

2.3.1 Balanceamento de linhas de produção

O balanceamento de linhas de produção é um elemento fundamental na criação de fluxo na cadeia produtiva (Coimbra, 2009), um dos princípios do *Lean Thinking*. O balanceamento consiste essencialmente na sequenciação de estações de trabalho juntamente com a atribuição de tarefas a cada estação, de forma a satisfazer as respetivas relações de precedência e otimizar alguma medida de desempenho (Erel & Sarin, 1998). Esta atribuição deve ser realizada de modo a garantir o equilíbrio entre todas as estações, tendo por base o conceito de *Takt Time* (TT) – ritmo imposto pelo cliente ao fluxo de trabalho, o que implica que cada estação de trabalho deve terminar as respetivas tarefas mediante esse ritmo (Coimbra, 2009).

O *Takt Time* corresponde ao tempo determinado pelo pedido feito pelo cliente, refletindo-se no ritmo de trabalho que esse pedido impõe no fluxo produtivo. O cálculo do TT é obtido através da divisão do número de horas de trabalho diárias pelo total de unidades de trabalho necessárias para um dia, tendo em conta que os intervalos para reuniões, pausas de almoço, entre outros, não são considerados para o cálculo (Pinto, 2009).

A concretização de um balanceamento pretende minimizar o número de estações de trabalho, reduzir o tempo de inatividade homem-máquina e aumentar a taxa de produção. O balanceamento tem por objetivo agrupar capacidades e trabalhadores num padrão eficiente, otimizando os fluxos de produção e os processos de montagem (Kumar & Mahto, 2013).

O processo de balanceamento apresenta um elevado nível de subjetividade e requer um conhecimento prévio acerca do produto, do *layout*, dos processos, dos materiais e ferramentas utilizadas na linha e, ainda, o levantamento de todas as informações relevantes para a execução das tarefas. Geralmente inicia-se o balanceamento com a elaboração de um cronograma

produtivo, uma listagem de todas as operações inerentes à execução do produto e uma tabela referente aos tempos-padrão de cada operação (Schofield, 1979).

O problema de decisão associado ao estudo de um balanceamento de linhas designa-se por *Assembly Line Balancing Problem* (ALBP). Qualquer tipo de ALBP baseia-se na descoberta de uma solução viável para o equilíbrio da linha, para tal recorre-se a um gráfico de precedências (Figura 4) que resume a informação necessária para a resolução do problema. Este gráfico inclui: nós (apresentados na forma de círculos) para cada tarefa elementar do processo; o tempo de execução de cada tarefa (apresentado no exterior do nó) e setas que representam as precedências obrigatórias entre tarefas (Becker & Scholl, 2006).

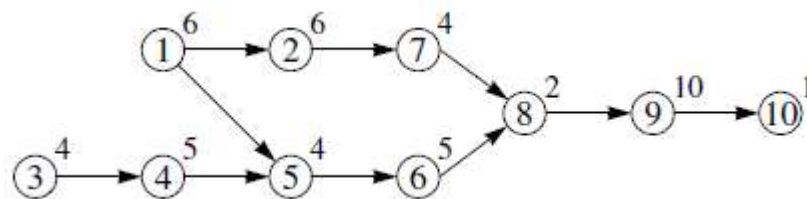


Figura 4 - Exemplo de gráfico de precedências (Becker & Scholl, 2006)

Para se obter um balanceamento viável e equilibrado é fundamental que nenhuma precedência seja desrespeitada e que o Tempo de Ciclo (TC) de cada estação de trabalho – tempo de execução das tarefas respeitantes a cada estação – seja o mais próximo possível do *Takt Time*, sem nunca o exceder (Boysen, Flidner, & Scholl, 2007).

Qualquer tipo de problema de balanceamento de linhas tem por objetivo utilizar operadores e máquinas de forma eficiente, ao mesmo tempo que proporciona maior flexibilidade no sistema produtivo. Balancear uma linha de produção com o mínimo número de recursos tem sido um problema sério na indústria (Ağpak & Gökçen, 2005).

Outro parâmetro que contribui para a existência de diferentes versões de ALBP é a variabilidade dos tempos de execução das tarefas. As tarefas simples ou estações de trabalho com elevada automatização nos seus processos apresentam uma variância de tempos relativamente baixa, designando-se por tempos determinísticos. As tarefas realizadas com alguma instabilidade, devido à desmotivação ou falta de habilidade do operador provocam uma variância de tempos considerável, sendo estes designados por tempos estocásticos (Becker & Scholl, 2006).

De todos os tipos de problemas ALB (*Assembly Line Balancing*), o mais comum é o SALB (*Single Assembly Line Balancing*). No entanto, este método apresenta limitações uma vez que não reflete a complexidade de um balanceamento de linhas em contexto real. Para tal, existe um conjunto de extensões ao tipo de problema SALB que pretendem solucionar situações de

maior complexidade. Ainda assim, o método de resolução de problemas SALB continua a ser considerado o centro do estudo de balanceamento de linhas de produção (Boysen et al., 2007).

2.3.2 Eventos *Kaizen* para balanceamento de linhas de produção

Ortiz (2006) propôs uma resolução dos problemas ALB baseada na aplicação de eventos *Kaizen* nas linhas de montagem. Na concretização destes eventos são constituídas equipas de trabalho, responsáveis por aplicar ferramentas *Lean* em determinada área produtiva, cuja intervenção se baseia na realização de atividades como a análise do processo produtivo, observação de tempos, identificação de desperdícios, padronização das estações de trabalho e execução de gráficos *Yamazumi*.

Os gráficos *Yamazumi* (Figura 5) consistem numa ferramenta visual que permite observar e, posteriormente reduzir, a diferença entre os tempos de ciclo de cada estação de trabalho e o *takt time*. Desta forma, os tempos de execução de cada operação (representados por barras), que englobam tempos de atividades que agregam valor ao produto e tempos de atividades que não agregam valor, estão desenhados no gráfico e são atribuídos a cada estação de trabalho de forma a garantir que o tempo de ciclo de cada estação seja o mais próximo possível do *takt time* (representado por uma linha), sem nunca o exceder (Cannas, Pero, Pozzi, & Rossi, 2018).

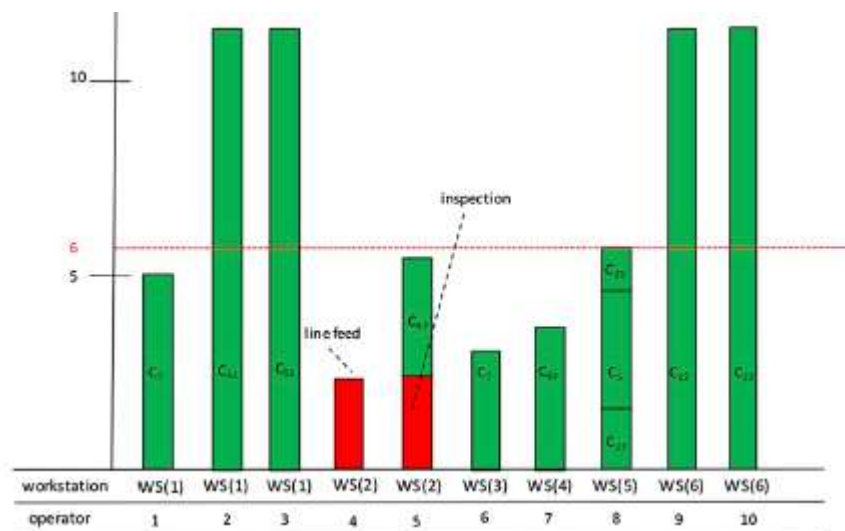


Figura 5 - Exemplo de gráfico Yamazumi (adaptado de (Cannas et al., 2018))

A metodologia de *design* e balanceamento de linhas defendida por Ortiz designa-se por “*Kaizen Assembly*”, sendo que para a sua concretização são necessárias as seguintes etapas de trabalho, numa fase inicial: (1) realizar um estudo de tempos e de movimento; (2) determinar a quantidade requerida e o número de horas efetivas de trabalho da linha e (3) calcular o *takt time*. Na fase final, a linha é redesenhada com o intuito de se definir o número total de estações

e posição na linha das estações de trabalho e das máquinas. Para tal, deve-se ter em conta o tipo de materiais que se movimentam na linha, o *takt time*, o conteúdo do trabalho e o inventário (Cannas et al., 2018).

Segundo Ortiz (2006), durante a realização de um evento *Kaizen* é essencial a aplicação das ferramentas *Lean 5S*, *Standard Work* e Gestão Visual. A realização de um estudo de tempos e de movimento permite identificar as operações que não acrescentam valor, possibilitando assim a sua eliminação. O *takt time* indica o ritmo de trabalho da linha, a sua determinação permite que os tempos de ciclo das estações estejam igualmente distribuídos e sincronizados com esse ritmo (Ortiz, 2006).

A utilização de ferramentas *Lean* na resolução de problemas de balanceamento de linhas permite envolver os operadores na realização do estudo, desta forma serão capazes de entender e de se adaptarem com maior facilidade ao balanceamento proposto. O envolvimento dos operadores é fundamental para avaliar de forma correta as relações de precedência entre as tarefas e testar a viabilidade do balanceamento (Cannas et al., 2018).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é apresentada a Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual, S.A., empresa na qual se desenvolveu a presente dissertação. O capítulo inicia-se com uma breve introdução da empresa, seguindo-se uma descrição dos principais produtos, marcas e matérias-primas. Posteriormente, apresenta-se o *layout* geral, onde estão representadas as áreas produtivas e faz-se uma caracterização dos principais processos produtivos. Por último, aborda-se a estratégia de planeamento da produção adotada pela empresa.

3.1 Identificação e localização

A empresa Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual, S.A., fundada em 1979 por Virgílio Vasconcelos e pela sua esposa Aida Vasconcelos iniciou a sua atividade de produção e comercialização de produtos em cortiça para casa e escritório. A sede da empresa situa-se em Esmoriz, uma cidade do concelho de Ovar pertencente ao distrito de Aveiro (Figura 6).



Figura 6 - Imagem área da empresa Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual, S.A.

A ambição dos fundadores em conquistar o mercado externo, aliado aos produtos inovadores desenvolvidos, impulsionou o rápido crescimento da empresa, tornando-se conhecida internacionalmente no setor de atividade de produtos de comunicação visual.

Atualmente a empresa possui filiais nos E.U.A, na Alemanha e em Inglaterra, através das quais distribui e comercializa os seus produtos. Exporta para mais de 80 países, nos 5 continentes, sendo apenas 1,3% da sua produção vendida no mercado nacional. Apesar de, aproximadamente, 98% das suas vendas serem direcionadas para o mercado internacional, cerca de 60% das matérias-primas incorporadas nos seus produtos tem origem nacional.

A Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual, S.A. é a empresa mãe de um grupo económico que foi crescendo ao longo destes anos, constituído pelas seguintes empresas:

- Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual LTD (UK);

- Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual INC (EUA);
- Bi-Joy - Distribuição e Comercialização de Produtos Representados S.A.;
- Bi-Bloco - Produtos de Comunicação S.A.;
- Bi-Bright - Comunicação Visual Interativa S.A..

Considerada uma das maiores PMEs portuguesas, a Bi-Silque acumula anualmente receitas consolidadas de 50 milhões de euros. A sua aposta na criatividade aliada ao investimento na modernização e automação dos seus processos de fabrico e, ainda, a adoção de soluções tecnológicas e de *design* originais, têm contribuído significativamente para o sucesso da empresa.

A Bi-Silque demonstra uma constante preocupação relativamente à proteção do meio ambiente onde está inserida, investindo na redução da sua pegada ecológica, através da focalização em medidas importantes como a reciclagem dos resíduos produzidos, a produção de energia através dos resíduos biocombustíveis (madeira) e através do aproveitamento da energia solar.

A forte preocupação com o ambiente e com a qualidade do produto permitiram que a empresa percorresse o caminho certo em direção à obtenção de diversas certificações, com reconhecimento internacional. A empresa detém as seguintes certificações:

- ISO 9001:2008 Quality Management Systems
- ISO 14001:2012 Environmental Management System (EMS)
- OHSAS 18001:2007 Occupational Health and Safety Management Systems
- NP 4457:2007 Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI)

Relativamente aos produtos da empresa, estes também detêm certificações no âmbito da proteção ambiental e da educação, tais como:

- Cradle to Cradle
- Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)
- Forest Stewardship Council (FSC)
- GS/TUV (German Safety/TUV)

3.2 Visão, missão e valores





A visão da empresa Bi-Silque é ser líder mundial em comunicação visual através da criação de soluções globais e inovadoras que aproximem as pessoas e facilitem a comunicação e a transmissão de conhecimento. A sua missão consiste no compromisso em transmitir

conhecimento, baseado em soluções de comunicação visual que antecipem os desafios de mercado através da inovação e flexibilidade, permitindo atingir níveis elevados de rentabilidade do negócio, promovendo ainda o desenvolvimento das comunidades onde operam. Os valores centram-se na ética, na disponibilidade em apoiar todos os colaboradores, na responsabilidade das decisões tomadas e suas consequências, na solidariedade, na humildade e no rigor da qualidade de todas as atividades desenvolvidas.

3.3 Produtos e marcas

A Bi-Silque oferece uma vasta gama de artigos de comunicação visual, procurando satisfazer os clientes com soluções eficientes e originais. Estes produtos podem ser utilizados em diferentes contextos e espaços como escritórios, escolas, salas de aula, centros de explicação, centros de formação, fábricas, hospitais e casa. Na Tabela 1 consta uma breve descrição dos principais produtos da empresa, apresentados por categorias.

Tabela 1 - Categoria de produtos da empresa Bi-Silque

Categoria	Descrição
 <p>Tecnologia</p>	<p>Soluções de tecnologia interativa para salas de reunião e salas de aula. Os principais produtos são quadros interativos, braços de suporte para projetores e caixas terminadoras – <i>getbox</i>.</p>
 <p>Quadros de Parede</p>	<p>Quadros para fixação nas paredes, estes quadros podem ser de cortiça simples, quadros de giz e quadros cujo material da superfície é de elevada resistência, desenvolvidos através de pesquisas na área da engenharia.</p>
 <p>Quadros de Planeamento Visual</p>	<p>Quadro cujo material da superfície permite apagar a escrita com facilidade, mesmo quando a tinta permanece por longos períodos de tempo. Esta categoria de produtos adequa-se a planeamentos realizados por equipas de trabalho.</p>
 <p><i>Easels e Flipchart Pads</i></p>	<p>Este modelo de quadros, pelo seu <i>design</i> e estrutura física, facilita a captação de ideias espontâneas que surgem no decorrer de reuniões de trabalho, tornando possível o aproveitamento dessas ideias para a concretização de objetivos específicos.</p>

 <p>Acessórios</p>	<p>Acessórios que facilitam a comunicação através dos quadros mencionados, desde pioneses, ímanes, marcadores, apagadores de quadros brancos, suporte para documentos, etc. Estes acessórios possuem a mesma qualidade e durabilidade que os quadros onde são utilizados.</p>
 <p>Display</p>	<p>Quadros desenvolvidos com o objetivo de facilitar a comunicação e o acompanhamento dos objetivos de equipas de trabalho, mantendo-as focadas e atualizadas. Estes quadros podem ser fixados à parede ou ter uma estrutura móvel própria.</p>
 <p>Sinais</p>	<p>Estas estruturas permitem comunicar mensagens importantes que promovem a segurança, fornecem direções e identificam produtos ou espaços específicos.</p>
 <p>Mobiliário Escolar</p>	<p>Produtos diversificados, para utilização em escolas e infantários: mesas, cadeiras e espaços de criatividade. Estes artigos são desenhados de forma a corresponderem às exigências das instituições. Os materiais utilizados são resistentes e rígidos, mas também flexíveis tornando-os confortáveis e ergonómicos.</p>
 <p>Quadros Impressos Customizados</p>	<p>Quadros projetados com o objetivo de responderem a necessidades específicas de comunicação e organização. O cliente tem a possibilidade de personalizar o seu quadro, caso pretenda pode selecionar um dos vários modelos <i>standards</i> disponibilizados pela empresa.</p>

A empresa possui um conjunto de marcas (Figura 7) que se diferenciam entre si pelas características e especificidades dos seus produtos. Partilhando os mesmos princípios e a mesma missão que a marca mãe (Bi-Silque), as restantes marcas garantem uma ampla escolha de produtos desenvolvidos no intuito de responder às diversas tendências e necessidades dos vários mercados e empresas.

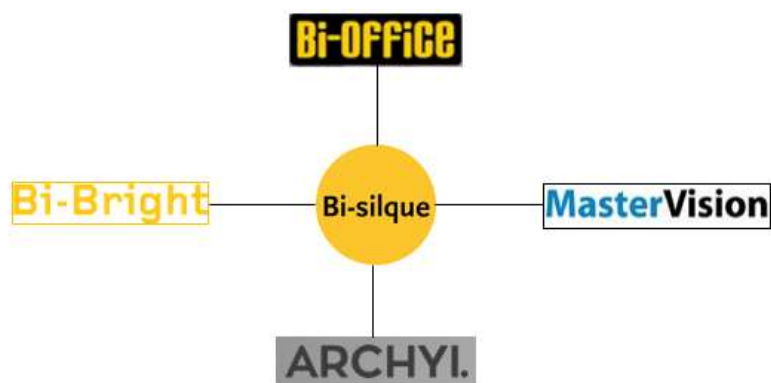


Figura 7 - Marcas da empresa Bi-Silque

A Bi-Office apresenta um conjunto de características diferenciadoras nos seus produtos, uma das quais é a utilização de materiais antibacterianos, destinados especificamente para áreas hospitalares. A MasterVision oferece ao cliente produtos de fácil limpeza, utilizando maioritariamente materiais reciclados e recicláveis. A Bi-Bright engloba todos os produtos tecnológicos, desenvolvidos especialmente para ambientes escolares e empresariais. A Archyl diferencia-se pelo seu *design* inovador, proporcionando soluções criativas para escritórios modernos.

3.4 Principais matérias-primas

A Bi-Silque possui um leque de matérias-primas muito diversificado devido à elevada variedade de materiais que incorpora nos seus produtos, as principais estão apresentadas na Tabela 2. Devido ao peso do transporte, a empresa desde cedo optou por escolher matérias-primas cuja origem é o mais próximo possível das unidades de produção, contribuindo para o desenvolvimento da economia local e nacional. A maior parte das matérias-primas têm origem no território português, sendo que cerca de 20% são originárias de outros países da Europa.

Tabela 2 - Principais matérias-primas da Bi-Silque

Cortiça	Aglomerado	Fórmica
Madeira	Papel	Chapa magnética
Softboard	Alcatifa	Chapa cerâmica
MDF	Tecido	Chapa perfurada

3.5 Layout geral e processo produtivo

A Bi-Silque é uma empresa vertical, integrando todos os processos necessários para a conceção e fabricação dos seus artigos. A produção da empresa está distribuída por diversas secções, em diferentes pavilhões industriais que se foram acoplando devido ao crescimento da empresa, totalizando atualmente uma área de aproximadamente 57 000 m². A organização das principais secções produtivas encontra-se representada no *layout* geral da empresa (Figura 8).

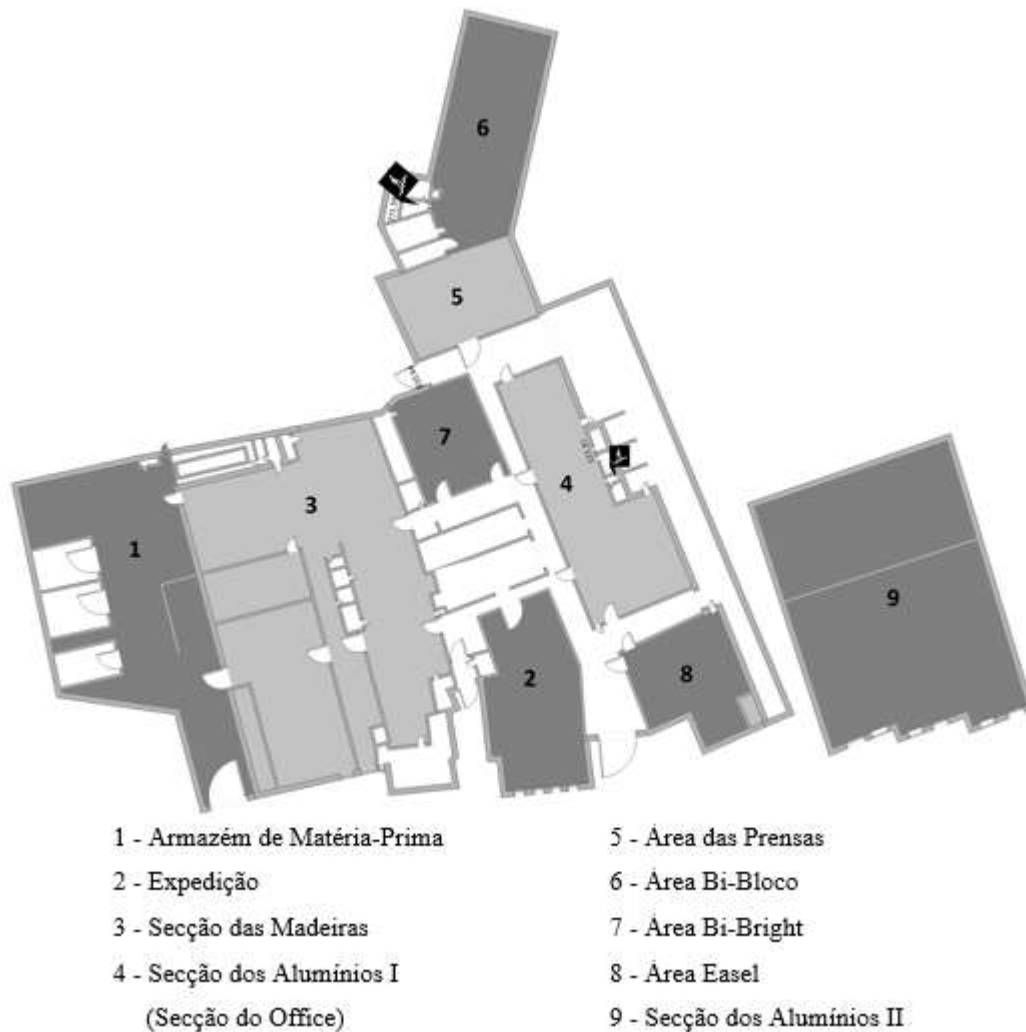


Figura 8 - Layout geral da Bi-Silque

Devido à grande diversidade de produtos e às inúmeras possibilidades de incorporação de matérias-primas nos artigos, o processo de fabrico é complexo e definido de acordo com as especificidades do produto encomendado pelo cliente. O sistema produtivo apresenta uma elevada flexibilidade, integrando diferentes fluxos produtivos entre as várias secções da empresa. Desta forma torna-se possível responder eficientemente à elevada diversidade imposta pelo mercado atual.

A empresa produz predominantemente quadros, cujo nome usualmente utilizado na área produtiva é “memos”, estes subdividem-se em duas categorias principais: memos com aro de madeira, produzidos na secção das Madeiras e memos com aro de alumínio, produzidos na secção dos Alumínios.

Os principais processos produtivos que integram a produção de um memo são Corte, Colagem, Montagem, Embalagem e Filmagem, e encontram-se representados num esquema sequencial na Figura 9. Dependendo das características do produto encomendado pelo cliente, podem ser incluídos outros subprocessos no fluxo produtivo que não são mencionados neste projeto.

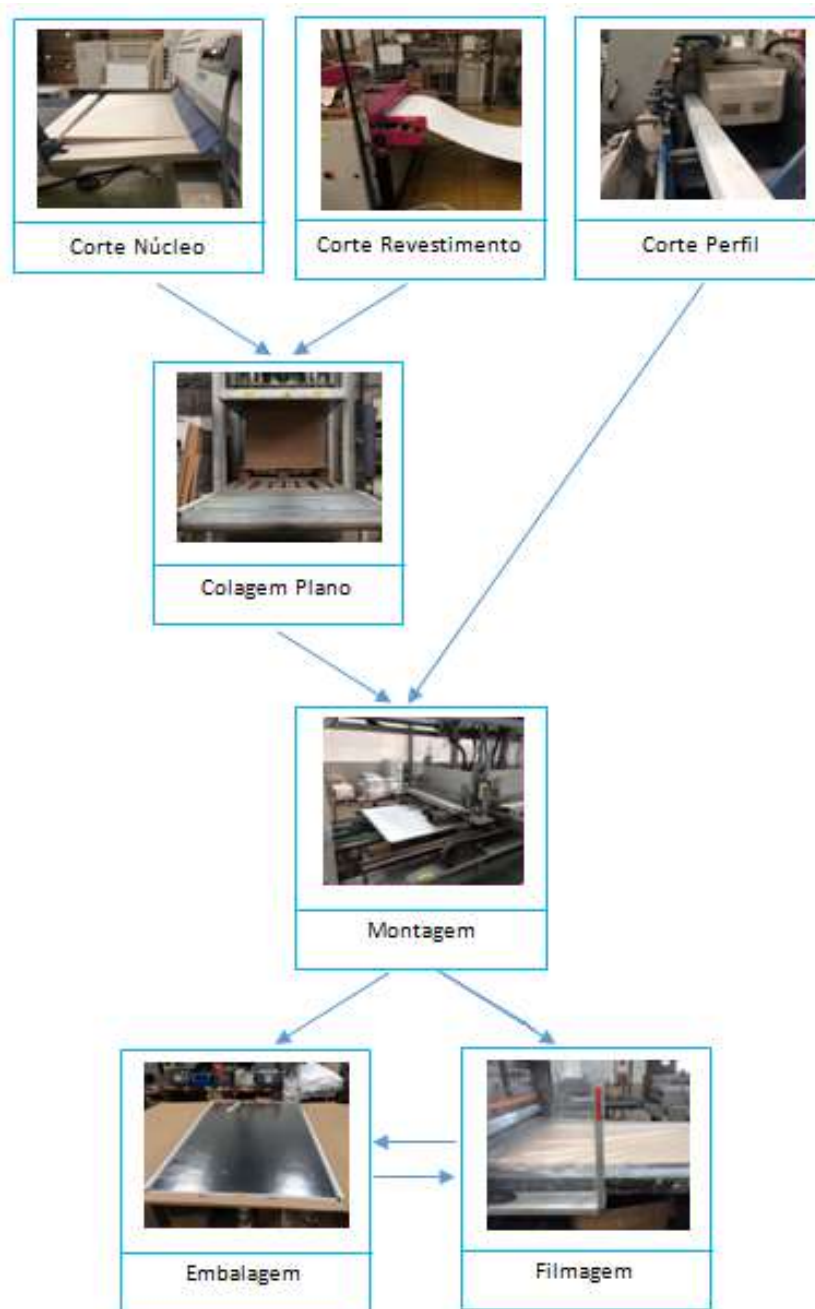


Figura 9 - Principais processos produtivos da Bi-Silque

Um memo é constituído por um plano e por um aro, sendo cada aro composto por quatro perfis, dois montados ao longo do comprimento do memo e os outros dois montados na sua largura. O plano é formado pela junção de um núcleo, componente central do memo, que corresponde ao maior volume do plano e por um revestimento, colado na superfície superior e inferior do núcleo.

O núcleo, cuja matéria-prima se apresenta em placas e tábuas, é cortado segundo a medida pretendida, o mesmo acontece com o revestimento, em que a sua matéria-prima em forma de rolos é cortada com as mesmas dimensões do núcleo. O processo de corte do núcleo ocorre na secção das Madeiras enquanto o processo de corte do revestimento é realizado na área das prensas, local onde é efetuado o processo de colagem do núcleo com o revestimento superior e inferior.

O processo de montagem, manual ou automático, permite fixar o aro ao plano, formando o memo. Posteriormente, o memo é embalado e filmado (revestido com película de filme), podendo ser inicialmente embalado e depois filmado, ou então ocorrer na ordem inversa.

3.6 Planeamento da produção

A estratégia de produção adotada pela empresa centra-se no sistema *Make-To-Order*, produzindo mediante as encomendas colocadas pelos clientes. A entrada do pedido de encomenda no sistema emite a respetiva ordem de produção com a data de entrega requerida pelo cliente, que habitualmente a empresa considera como data de entrega do produto. Após a emissão das ordens de produção, efetua-se a análise dos pedidos dos clientes e são calculadas as necessidades de produção, tendo em conta a preparação do material, a montagem e a embalagem.

O planeamento da produção tem por base a elaboração de um plano de acordo com as seguintes prioridades: clientes com contrato; campanhas de promoções com data de lançamento; cargas completas; dias de carga do país de destino; capacidade produtiva e disponibilidade de matéria-prima. É realizada uma listagem de entregas por semana, sendo que quando não é possível terminar a produção prevista para uma semana, as ordens de produção passam para a semana seguinte.

A fase posterior é assegurar que há disponibilidade de recursos humanos, de matéria-prima e de equipamentos necessários ao cumprimento do planeamento e verifica-se se é necessário alterar a data de entrega requerida pelo cliente.

As ordens de produção são entregues aos responsáveis de cada setor da empresa que coordenam todas as atividades das diferentes fases do processo produtivo. No fim do processo é efetuada a picagem do material embalado, através de transferência por radiofrequência e o produto é rececionado pelo armazém de produto acabado.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO INICIAL

No presente capítulo, é apresentada uma análise da secção dos alumínio, também designada por secção Office. Inicialmente é feita uma breve descrição da secção e, posteriormente faz-se uma caracterização da linha de montagem e embalagem Process, alvo de estudo da presente dissertação. É realizada uma descrição detalhada da linha, seguida de uma análise crítica da situação inicial. Termina-se esta parte com a identificação dos principais problemas, para os quais são apresentadas propostas de melhoria no capítulo seguinte.

4.1 Breve descrição da secção dos alumínio

A presente dissertação desenvolveu-se na secção dos alumínio, local onde são montados e embalados os memos constituídos por perfil de alumínio. Esta secção é constituída por linhas de montagem automáticas, linhas de embalagem manuais e automáticas e, ainda, por máquinas de filmagem. As linhas foram arquitetadas mediante as dimensões *standard* de memos produzidos pela empresa, a disposição das linhas e das máquinas no espaço fabril encontra-se representada com os números de 1 a 6 no *layout* da secção (Figura 10). Para melhor compreensão desta organização é apresentada a Tabela 3 com uma descrição detalhada de cada número representado no *layout*.

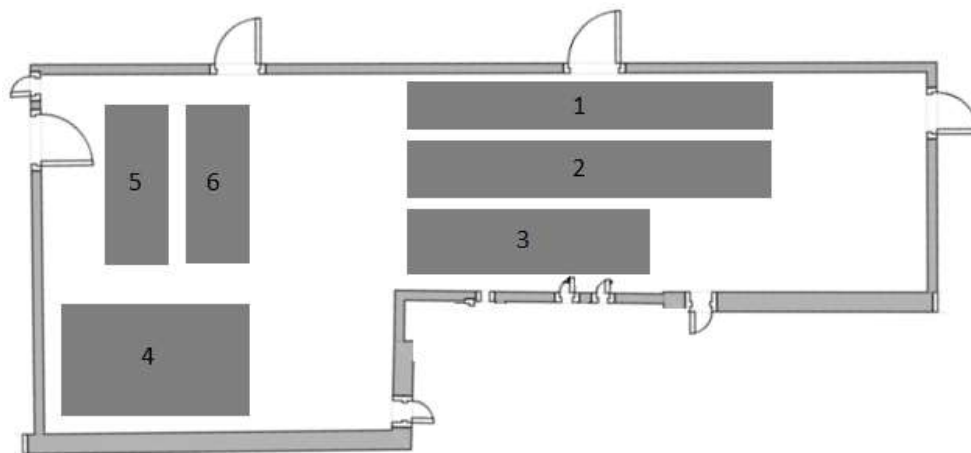


Figura 10 - Layout da secção dos alumínio

Cada linha de montagem e embalagem desta secção tem um chefe de linha associado, responsável pelo cumprimento diário das seguintes funções: analisar as ordens de produção respeitantes à sua linha, monitorizar as atividades e operações executadas pelos operadores, garantir o bom funcionamento das máquinas e equipamentos, reportar a ocorrência de problemas ao encarregado da secção, analisar o desempenho de cada operador e proporcionar um ambiente de trabalho propício a todos os colaboradores.

Tabela 3 - Principais medidas de memos de cada linha/máquina

Número	Função Linha / Máquina	Medidas Memos	Nº Operadores	
1	Linha de montagem automática	60x45	4	
	Linha de embalagem manual			
2	Linha de montagem automática Linha de embalagem manual	180x120	120x120	13
		150x100	200x100	
		180x90	120x100	
		240x120	200x120	
		150x120	100x60	
		190x120	120x60	
3	Linha de montagem automática	120x90	3	
4	Linha de embalagem automática	120x90	6	
		90x60		
5	Máquina de filmagem	120x90	2	
		90x60		
6	Máquina de filmagem	120x90	200x120	2
		180x120	220x120	
		150x100	240x120	
		200x100		

A secção dos alumínios labora 24h por dia, com três turnos de trabalho, sendo que, em cada turno, há um encarregado responsável pelo planeamento e controlo da produção. As linhas de montagem e embalagem 1 e 2, assim como a máquina de filmagem 5, laboram apenas durante dois turnos de trabalho, não sendo necessário o seu funcionamento durante o último turno. No decorrer do presente projeto, todas as atividades desenvolvidas e alterações executadas foram realizadas no período de tempo respeitante ao primeiro turno de trabalho.

A maquinaria existente nesta secção centra-se em três grupos distintos: (1) máquinas de montagem de memos (Figura 11) que realizam a fixação dos perfis de alumínio ao plano, com a aplicação de cola quente nos perfis antes da sua fixação; (2) máquinas de embalagem de memos (Figura 12) que, com o auxílio de robôs, realizam operações de embalagem de memos em caixas de cartão e (3) máquinas de filmagem de memos e de caixas (Figura 13) que terminam o processo produtivo de memos com a colocação de uma película de filme à volta de caixas de embalagem ou diretamente no memo, caso o cliente pretenda o seu revestimento com película de filme antes de ser embalado numa caixa de cartão.

A linha de montagem e embalagem Process (representada pelo número 2 no *layout* da Figura 10) é considerada pela empresa como a linha produtiva que concentra mais oportunidades de melhoria na secção dos alumínios, sendo por esta razão o alvo de estudo da presente dissertação. Esta linha é descrita em detalhe nas secções seguintes.



Figura 11 - Máquina de montagem de memos



Figura 12 - Máquina de embalagem de memos



Figura 13 - Máquina de filmagem de memos e de caixas

4.2 Caracterização da linha de montagem e embalagem Process

Nesta secção é caracterizada a linha de montagem e embalagem Process, através de uma descrição detalhada do processo produtivo, seguida de uma representação do *layout* da linha juntamente com uma explicação da organização dos postos de trabalho. É também apresentado o fluxo de materiais e são mencionadas as principais matérias-primas e componentes incorporados nos produtos.

4.2.1 Processo produtivo

A linha Process é constituída por dois processos produtivos que se encontram ilustrados na Figura 14: (1) o primeiro processo é a montagem de memos constituídos por perfil de alumínio, realizado de forma mecânica através da máquina de montagem automática; (2) o segundo processo é o de embalagem dos respetivos memos em caixas de cartão, após o processo de montagem, sendo efetuado de forma manual na linha de embalagem.

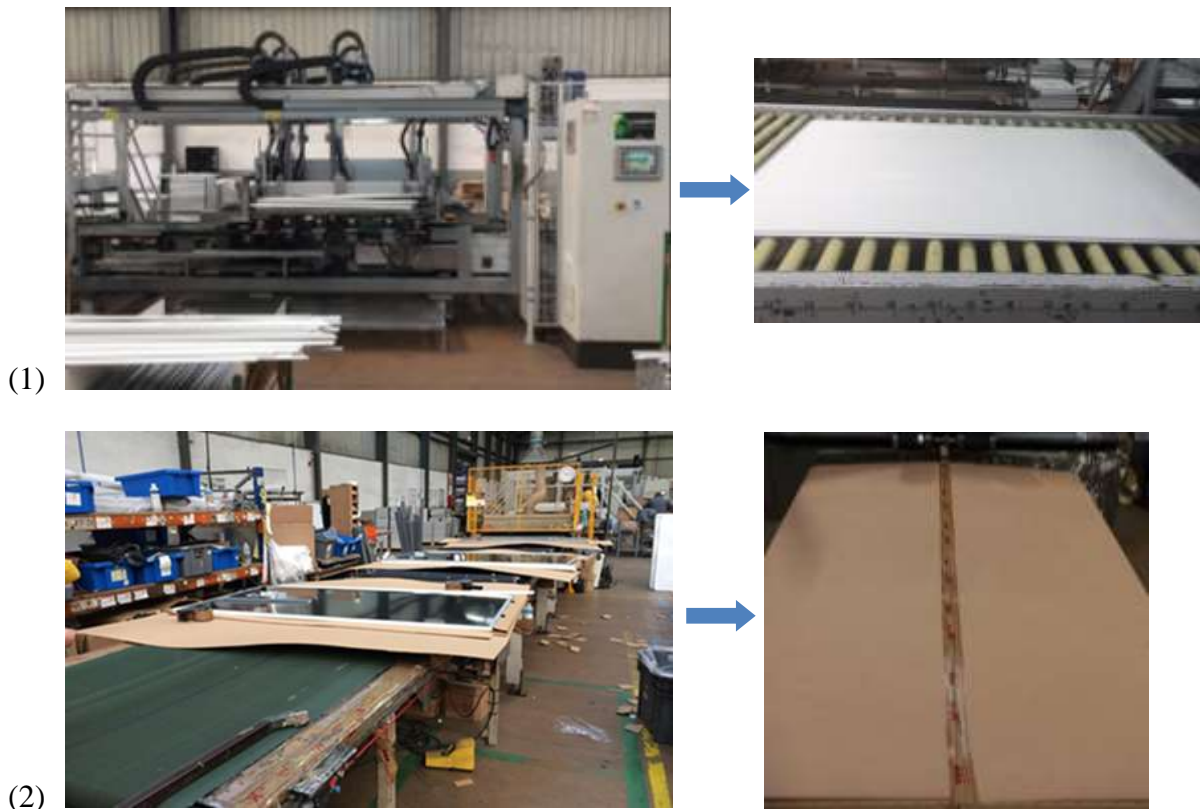


Figura 14 - Esquema dos processos produtivos da linha Process

De forma a facilitar a compreensão dos processos produtivos desta linha, inicialmente é feita uma análise e descrição de cada processo, de forma independente. No entanto, no espaço fabril, no respetivo *layout* produtivo, verifica-se um fluxo contínuo entre os dois processos, ou seja, a embalagem de um memo ocorre logo após a sua montagem, uma vez que o memo segue num tapete transportador desde que sai da máquina de montagem até ao início da linha de embalagem.

A linha Process produz apenas memos constituídos por perfil de alumínio, uma vez que está inserida na secção dos Alumínios e não na secção das Madeiras, onde o aro do memo é de madeira. Na Figura 15, é possível visualizar uma imagem ilustrativa de um modelo de memo produzido nesta linha, sendo de notar que cada memo é constituído por um plano cujo material pode variar mediante o pedido do cliente, quatro perfis de alumínio e, ainda, quatro cantos de plástico que estão cravados nos perfis de alumínio.

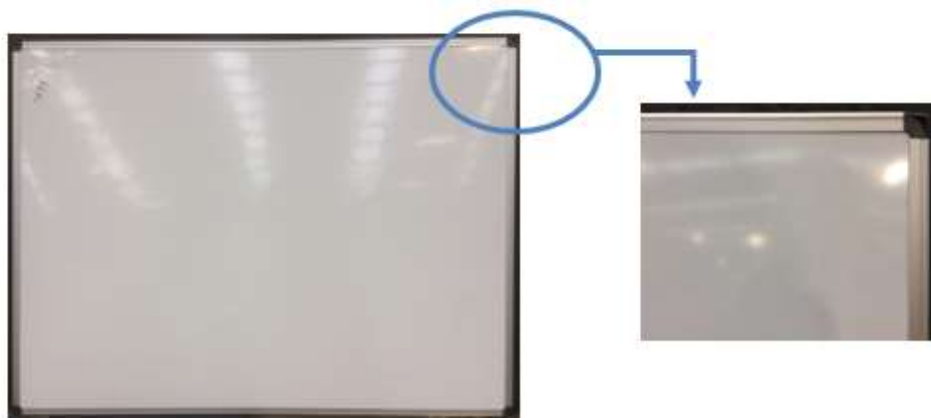


Figura 15 - Exemplo de um modelo de memo produzido na linha Process

O processo de montagem de memos é realizado através da execução de quatro etapas sequenciais, sintetizadas no esquema da Figura 16. Inicialmente é realizada a preparação dos materiais, que envolve tarefas como as seguintes: colocar os planos numa posição correta na palete, antes de ser inserida na máquina; verificar se existem resíduos de cola na superfície dos planos; verificar se estes não curvaram durante o transporte e verificar se os perfis não estão dobrados.

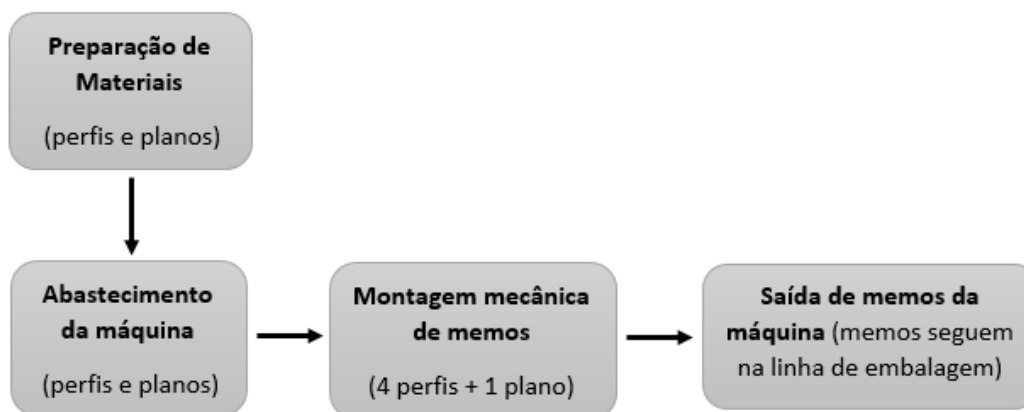


Figura 16 - Sequência de etapas do processo de montagem de memos

Após a fase de preparação dos materiais, a máquina é abastecida com os planos e os perfis, conforme as indicações presentes na respetiva ordem de produção. A montagem é executada, de forma mecânica, através da colagem dos quatro perfis (com quatro cantos cravados) ao plano, dando origem ao memo. Na última etapa, o memo sai da máquina de montagem e segue até à linha de embalagem através do tapete transportador, que é constituído por barras circulares que giram automaticamente.

No gráfico de análise de processo simplificado apresentado na Figura 17, estão representadas as atividades elementares realizadas na linha de embalagem manual. Das vinte e seis atividades

totais visualizadas no gráfico, estão incluídas catorze operações (representadas com círculos), duas inspeções (representadas com quadrados) e dez transportes (representados com setas). O gráfico de análise de processo da linha de embalagem encontra-se, com maior detalhe, na Figura 70 presente no Anexo I – Gráfico de análise do processo de embalagem.



Figura 17 - Gráfico de análise do processo de embalagem simplificado

As atividades realizadas em cada posto de trabalho da linha de embalagem manual estão descritas na Tabela 4, juntamente com o respetivo número da atividade elementar representada no gráfico de fluxo de processo. De salientar que, tanto as etapas sequenciais executadas no processo de montagem de memos, como as operações elementares realizadas na linha de embalagem manual, são idênticas para qualquer tipo de artigo produzido nesta linha, bem como para qualquer medida de memo existente.

Tabela 4 - Descrição das atividades realizadas na linha de embalagem manual

Posto de Trabalho	Descrição das Atividades	Nº da Atividade
PT 1	.Retirar memos em excesso da linha; colocar memos em excesso num carrinho	1, 2
PT 2 (2D e 2E)	. Colocar caixa interna na superfície da caixa externa; colocar caixa completa na linha; colocar autocolantes nas caixas e nos memos; verificar a limpeza e montagem do memo; posicionar memo na superfície da caixa de cartão	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
PT 3 (3D e 3E)	. Colocar acessórios em cima do memo; colocar barras de esferovite em cima do memo; dobrar caixa interna (lado dos acessórios e lado sem acessórios); posicionar barra de esferovite na lateral esquerda do memo; fechar caixa do lado esquerdo	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
PT 4 (4D e 4E)	. Posicionar barra de esferovite na lateral direita do memo; fechar caixa do lado direito; ajustar caixa fechada; colocar fita-cola nas extremidades da caixa; inserir caixa no equipamento de fita-cola	19, 20, 21, 22, 23
PT 5 (5D e 5E)	. Verificar caixas fechadas com fita-cola; colocar caixas em paletes; colocar autocolantes nas caixas	24, 25, 26

4.2.2 Layout da linha e organização dos postos de trabalho

O layout da linha de montagem e embalagem Process encontra-se representado na Figura 18, juntamente com imagens ilustrativas de alguns equipamentos de forma a auxiliar a perceção visual das suas posições na linha. Neste layout produtivo verifica-se um fluxo contínuo desde que os produtos intermédios são abastecidos na máquina de montagem de memos (1) até que é terminado o processo de embalagem de cada memo, na linha de embalagem manual (3). Neste

percurso, o memo segue num tapete transportador desde que sai da máquina de montagem até ao início da linha de embalagem manual, para o primeiro posto de trabalho. Posteriormente, é transportado para o posto de trabalho seguinte pelos operadores da linha e, assim sucessivamente, até ao último posto.

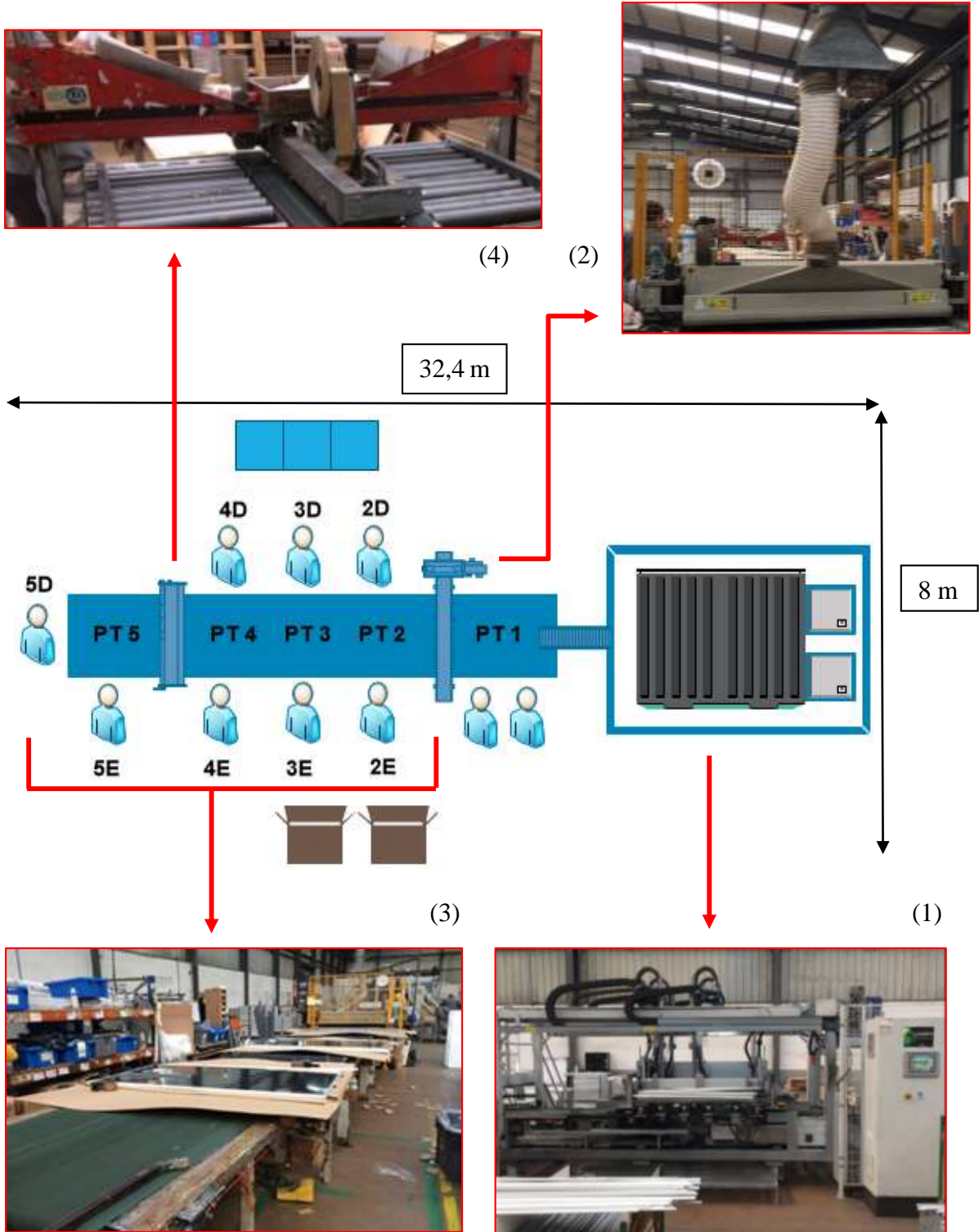


Figura 18 - Layout inicial da linha Process

Esta linha é constituída por duas zonas principais: a zona da máquina de montagem automática e a zona da linha de embalagem manual. A máquina de montagem (1) é abastecida com planos e perfis, já cortados à medida, sendo três trabalhadores responsáveis por esta função. A linha de embalagem manual (3) é composta por dez trabalhadores, responsáveis por executar operações de embalagem de memos. Verifica-se assim que, na linha de montagem e embalagem Process, em cada um dos dois turnos de trabalho, há treze operadores e um responsável pela linha (chefe de linha).

Entre a máquina de montagem automática e a linha de embalagem manual existe um equipamento de aspiração (2) utilizado apenas para memos constituídos por um revestimento em alcatifa. Devido à acumulação de resíduos na sua superfície e considerando as características deste material, torna-se necessário extrair os resíduos através do processo de aspiração.

A linha de embalagem manual (3) é constituída por quatro postos de trabalho (PT 2, PT 3, PT4 e PT5) onde são realizadas todas as operações necessárias para embalar os memos. Existe ainda, um quinto posto, o PT 1, que não é considerado um posto de trabalho da linha de embalagem manual, uma vez que os dois operadores alocados a este posto não executam operações de embalagem e estão separados dos restantes postos pelo equipamento de aspiração (2).

Esta linha caracteriza-se por ser uma linha de dois lados, na qual se verifica a execução de operações de embalagem de memos em cada um dos lados da linha devido ao facto de os memos serem de grandes dimensões. Através da observação do *layout* apresentado é possível verificar a existência de operadores no lado direito da linha (2D, 3D, 4D e 5D) e no lado esquerdo da linha (2E, 3E, 4E e 5E).

A maioria das operações de embalagem são executadas aos pares, de forma simultânea, ou seja, cada par de trabalhadores alocado a um posto de trabalho realiza certas operações em conjunto, permitindo embalar os memos de grande dimensão produzidos nesta linha. De forma a facilitar esta dinâmica, os operadores encontram-se dispostos numa posição frontal (de frente um para o outro), permitindo o contacto visual direto.

De salientar que algumas operações são executadas na lateral, ou seja, os operadores realizam essas operações lado-a-lado. Assim, um operador executa tarefas em simultâneo com o operador que se encontra ao seu lado, como é o caso da operação “Colocar caixa completa na linha”, apresentada na Tabela 4, em que a operação é realizada pelos operadores 2E e 3E. Após a operação de colocar a placa de cartão interna na superfície da placa de cartão externa

(operação realizada no bordo de linha pelo operador 2E), torna-se necessário o auxílio de outro operador do mesmo lado (3E) para transportar a caixa até à superfície da linha de embalagem manual.

O equipamento de aplicação de fita-cola (4) é responsável pelo fecho total das caixas de cartão. Para tal, após serem terminadas as operações de embalagem do memo, cada caixa é inserida no equipamento pelos operadores 4D e 4E. Logo após a aplicação de fita-cola em todo o comprimento das caixas, estas saem do equipamento e são recebidas pelos operadores 5D e 5E.

De notar que os operadores 5D e 5E não se encontram dispostos numa posição frente-a-frente, tal como se verifica com os restantes operadores da linha (*layout* da Figura 18). Esta situação deve-se ao facto de a posição lateral do operador 5D, em relação ao operador 5E, facilitar o movimento associado às operações que estes realizam em simultâneo: pegar na caixa à saída do equipamento, rodá-la e colocá-la na paleta.

4.2.3 Matéria-prima e componentes

Na linha de montagem e embalagem Process, existe uma grande variedade de matéria-prima incorporada nos produtos intermédios, tais como o alumínio nos perfis; a cerâmica, a alcatifa e a cortiça nos planos e, ainda, o cartão nas caixas de embalagem de memos. Na Figura 19 é possível constatar a variedade de materiais utilizados na produção dos planos, que são o elemento central na montagem dos memos.



Figura 19 - Materiais utilizados nos planos dos memos

O alumínio é uma das principais matérias-primas utilizadas na empresa e está incorporada nos perfis que constituem os memos produzidos na linha Process. O alumínio é encomendado ao fabricante em forma de barras compridas, cujo formato pode variar entre três modelos diferentes, apresentados na Figura 20. As barras são posteriormente cortadas, furadas e

cravadas, na secção de corte de alumínio, dando origem aos perfis com as características pretendidas, mediante o tipo de artigo a produzir.

Perfis de Alumínio



Figura 20 - Modelos de perfis de alumínio

Os cantos de plástico são encomendados ao fornecedor no seu formato final e existem apenas dois modelos, apresentados na Figura 21. Na secção de corte de alumínio, após o processo de corte e furação dos perfis, os cantos de plástico são cravados de forma mecânica aos perfis de alumínio.

Cantos de Plástico



Figura 21 - Modelos de cantos de plástico

Cada memo é embalado numa caixa de cartão, constituída por duas placas de cartão sobrepostas (Figura 22) que, após serem dobradas manualmente, formam a caixa de embalagem (Figura 23). O cartão é encomendado ao fornecedor em paletes e, posteriormente, é cortado em diferentes medidas numa máquina especializada da empresa; de seguida, a superfície do cartão é vincada de forma a facilitar o processo de dobragem na linha de embalagem manual. Existem diferentes formatos de caixas de cartão, mediante o tamanho e o modelo do artigo a ser embalado.

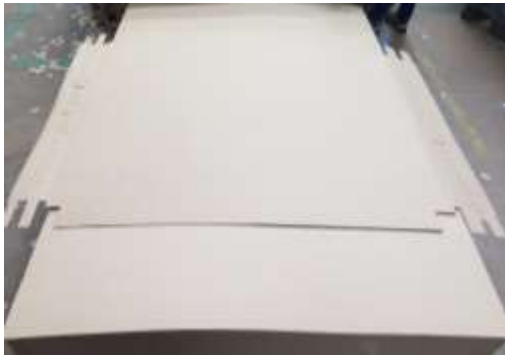


Figura 22 - Placas de cartão sobrepostas



Figura 23 - Caixa de cartão

O memo é colocado na caixa de cartão juntamente com os acessórios necessários e papéis de instrução, que fornecem informações para a sua correta utilização. Estes acessórios encontram-se representados na Figura 24 e são os seguintes: Bandeja para colocação do apagador e marcadores, pode ser de plástico cinzento escuro, plástico cinzento claro ou de alumínio; Saqueta com esquadros, parafusos e buchas para fixação do memo à parede, existem vários modelos e diferentes tamanhos; Saqueta com cantos, parafusos e buchas para decorar os cantos do memo após a fixação na parede, existem diferentes tamanhos e modelos com várias cores; Saqueta com topos, cinzento escuro ou cinzento claro, para colocar nas extremidades da bandeja e Papéis de Instrução com indicações úteis para a fixação do memo à parede.

Acessórios



Papéis de Instrução



Figura 24 - Acessórios do memo colocados no processo de embalagem manual

Na linha de embalagem manual, para além destes componentes existem ainda etiquetas com a identificação da marca, normalmente fornecidas pelo cliente. Estas etiquetas são colocadas nos memos e/ou nas caixas de cartão, conforme as indicações da ordem de produção.

4.2.4 Fluxo de materiais

Na fase inicial de todo o processo produtivo, a matéria-prima é transformada em produto intermédio em diferentes secções produtivas da empresa. Após esta transformação iniciam-se os processos de montagem e embalagem de memos.

Nesta secção encontra-se descrito o fluxo de materiais dos produtos intermédios necessários para a execução das operações de montagem e de embalagem da linha Process, assim como o fluxo do produto acabado. Para melhor compreensão visual da descrição realizada nesta secção, foi construído um fluxo de materiais, representado na Figura 25, onde é possível visualizar o fluxo dos produtos intermédios através dos percursos desenhados com retas laranjas e o fluxo do produto acabado, através dos percursos desenhados com retas azuis.

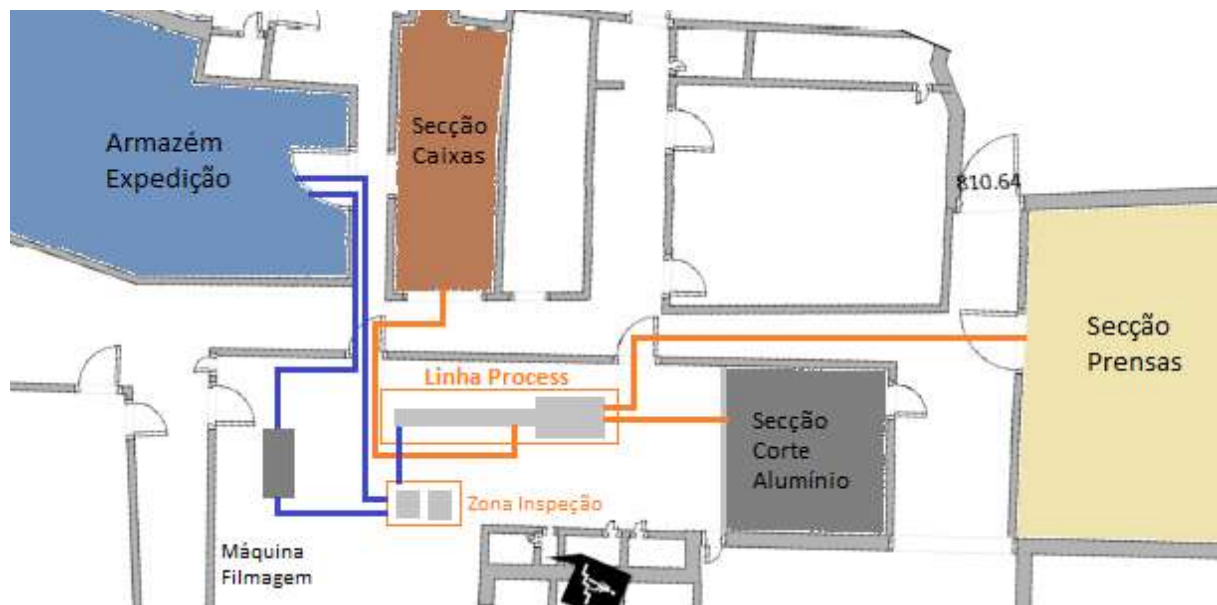


Figura 25 - Fluxo de materiais dos produtos intermédios e do produto acabado da linha Process

Na secção de corte de alumínio, ocorrem os processos de corte e de furação dos perfis que, por sua vez, são cravados de forma mecânica aos cantos de plástico. Os perfis de alumínio cortados, furados e cravados seguem no fluxo produtivo até à linha Process, mais especificamente junto à máquina de montagem, de forma a facilitar o abastecimento de perfis na máquina. Através do fluxo de materiais apresentado é possível visualizar o transporte dos perfis com os cantos cravados, desde a secção do corte de alumínio até à máquina de montagem.

Na secção das prensas, ocorre o último processo de conceção dos planos, respeitante à colagem do núcleo aos materiais de revestimento, tal como foi explicado na secção 3.5. Posteriormente, os planos seguem no fluxo produtivo até à secção dos alumínio, onde se encontra a linha Process, mais especificamente até um local próximo da máquina de montagem de memos, de forma a facilitar o abastecimento de planos na máquina.

As placas de cartão, internas e externas, são cortadas e vincadas na secção das caixas, sendo de seguida transportadas para a secção dos alumínio, junto à linha de embalagem manual (linha Process), onde são sobrepostas e dobradas pelos operadores da linha de modo a formarem a caixa de cartão.

Todo o restante material necessário para a execução das operações de embalagem de memos, tais como acessórios e papéis de instrução, são transportados para a estante da linha de embalagem manual através de um comboio logístico. O percurso efetuado pelo operador do comboio não se encontra representado no fluxo de materiais uma vez que este percorre todas as secções da empresa e o seu trajeto depende do planeamento efetuado pelo Departamento de Logística Interna da empresa.

No final do processo de embalagem de memos da linha Process, as caixas são colocadas numa palete que é transportada para a zona de inspeção, local onde duas colaboradoras do Departamento de Qualidade efetuam a inspeção final dos memos produzidos nesta linha. Através da inspeção final, as colaboradoras certificam-se de que o produto acabado segue em conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos e cumprem com os requisitos do cliente.

Após a realização da inspeção e respetiva validação dos memos, a palete pode seguir para a máquina de filmagem, caso o cliente pretenda os memos embalados e filmados (revestidos com película de filme), sendo de seguida transportados para o armazém de expedição ou, então, a palete é transportada diretamente da zona de inspeção para o armazém de expedição.

4.3 Análise crítica e identificação de problemas da linha Process

Nesta secção é realizada uma análise crítica ao estado inicial da linha de montagem e embalagem Process, seguida de uma descrição dos principais problemas detetados. Para a concretização desta análise, realizou-se um longo período de observação, análise documental, diálogo com os operadores e discussão de ideias com os chefes de linha.

Para a realização da análise crítica, foi fundamental o recurso a algumas ferramentas de diagnóstico, tais como: análise ABC, gráfico de fluxo de processo, estudo de tempos por cronometragem, gráficos de balanceamento de linhas (*yamazumi chart*), matriz de competências, diagrama de causa-efeito e fluxogramas.

4.3.1 Seleção do produto a estudar - Análise ABC

No sentido de identificar as medidas de memos produzidas em maior quantidade nesta linha, foi realizada uma análise ABC por quantidade, tendo por base a utilização de dados da procura relativamente ao ano de 2017, como é possível observar na Tabela 5. Os dados foram inicialmente organizados numa tabela e ordenaram-se, de forma decrescente, as quantidades de memos produzidos mediante a medida de artigo, num total de 305 089 memos vendidos no ano de 2017.

De forma a facilitar a visualização das medidas de artigos, apenas 10 das 32 medidas existentes estão representadas na Tabela 5, sendo que, as restantes 22 medidas encontram-se agrupadas em “Outros”, pelo facto de terem sido produzidas em menores quantidades e, por esse motivo, não se verifica a necessidade da sua representação neste estudo.

Tabela 5 - Análise ABC às medidas de memos mais produzidas

Medida Artigo	Quantidade Produzida	Percentagem Individual	Percentagem Acumulada	Classe
180x120	118751	38,92%	38,92%	A
150x100	86397	28,32%	67,24%	
180x90	28081	9,20%	76,45%	
240x120	27346	8,96%	85,41%	B
150x120	25451	8,34%	93,75%	
190x120	6506	2,13%	95,88%	C
120x120	5168	1,69%	97,58%	
200x100	2778	0,91%	98,49%	
120x100	2007	0,66%	99,15%	
Outros	1446	0,47%	99,62%	
200x120	1158	0,38%	100%	

Com esta análise conclui-se que num total de 32 medidas diferentes, apenas três integram a classe A, correspondendo a cerca de 77% da quantidade acumulada de produção. Assim, para a realização de um estudo mais aprofundado, apenas serão analisadas as medidas 180x120 cm, 150x100 cm e 180x90 cm, respeitantes à classe A, como se pode conferir no gráfico da Figura 26.

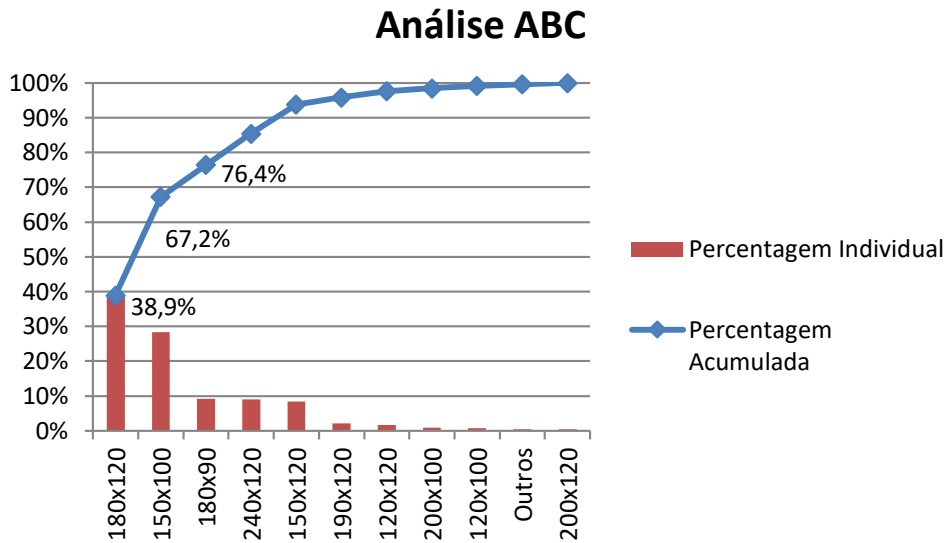


Figura 26 - Análise ABC às medidas de memos mais produzidas

4.3.2 Elevadas paragens no funcionamento da máquina de montagem automática

A máquina de montagem automática era um dos principais equipamentos da linha, tendo-se verificado que esta tinha muitas paragens. Para perceber o porquê e as causas destas paragens, foi realizada uma análise dos dados registados diariamente pelos chefes de linha, de forma manual, em folhas de registo de produção, relativamente à ocorrência de paragens da máquina. O gráfico apresentado na Figura 27 representa o resultado dessa análise, mostrando a percentagem das principais causas de paragem da máquina durante o mês de janeiro de 2018.

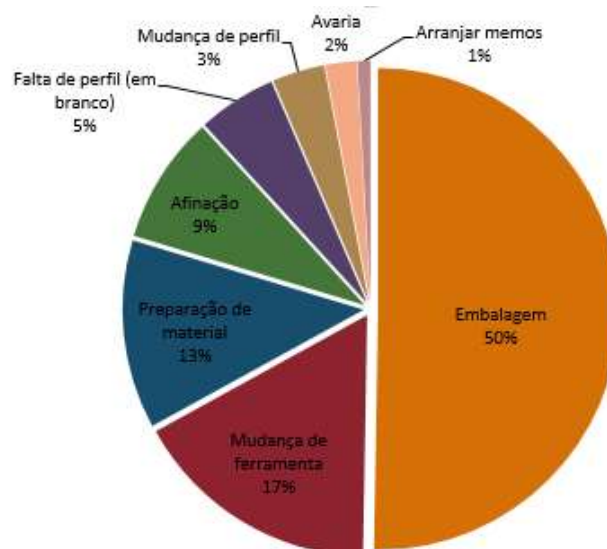


Figura 27 - Principais causas de paragem da máquina de montagem automática

Através da análise do gráfico, é possível constatar que cerca de 50% das paragens da máquina ocorreram devido à linha de embalagem manual. Foi realizado um estudo de tempos para analisar os tempos de ciclo da máquina de montagem e da linha de embalagem manual.

Desta forma, foi possível verificar que o tempo de ciclo médio da máquina de montagem automática era de cerca de 18 segundos/memo, enquanto que o tempo de ciclo médio da linha de embalagem manual era de cerca de 24 segundos/memo. Estes valores mostraram que o ritmo da máquina de montagem era mais rápido do que o ritmo da linha de embalagem, evidenciando desta forma a necessidade de um balanceamento na linha de embalagem.

Verifica-se que cerca de 17% das paragens ocorreram devido a mudanças de ferramentas na máquina. Estas mudanças ocorrem quando há alteração do tipo de artigo a produzir, sendo necessário trocar as peças responsáveis pelo processo de montagem de memos, para cada medida diferente de artigos.

Cerca de 13% das paragens verificaram-se devido à preparação de materiais antes do abastecimento da máquina. Esta situação ocorre, muitas vezes, por se constatar a falta de limpeza e/ou existência de defeitos nos planos e/ou nos perfis de alumínio, que não foram detetadas quer na secção produtiva referente ao corte de planos, quer na secção produtiva referente ao corte, furação e cravagem de perfis de alumínio. Desta forma, torna-se necessário proceder à limpeza do material bem como à reparação de defeitos antes do abastecimento da máquina e, caso não possível a reparação dos defeitos, é necessário retirar esse material do lote.

As restantes causas de paragem da máquina de montagem automática deveram-se a fatores como avarias; afinação da máquina; mudança de perfil quando se altera o tipo de artigo a produzir; falta de perfil devido a atrasos nos processos de corte, furação e cravagem dos perfis de alumínio e, ainda, arranjo de memos quando ocorrem defeitos no processo de montagem, sendo possível a sua reparação antes de seguirem para o processo de embalagem.

O valor do indicador OEE no mês de janeiro de 2018 foi de 50%, o qual demonstra a baixa eficácia operacional da máquina de montagem automática.

4.3.3 Elevado número de atividades que não acrescentam valor

Para se compreender melhor o funcionamento da linha de embalagem manual, observaram-se todas as atividades realizadas e, de seguida, elaborou-se um Gráfico de Análise do Processo (Figura 70), apresentado no Anexo I – Gráfico de análise do processo de embalagem, onde

estão descritas as atividades elementares, o respetivo tempo de execução e uma classificação em atividades de valor acrescentado (VA) ou atividades de valor não acrescentado (VNA).

Com base na informação presente nesse gráfico, verificou-se que 54% do total das atividades registadas consistiam em operações (Figura 28) e que cerca de 38% são respeitantes a atividades de transporte, mais concretamente, atividades de movimentação de materiais que se realizam dentro dos postos de trabalho e, por esta razão, não foi efetuada uma contabilização da distância percorrida.

A maioria destas atividades de transporte são necessárias para a realização das tarefas de embalagem, no entanto há a possibilidade de redução ou eliminação de algumas das atividades. Cerca de 8% das atividades são referentes a atividades de inspeção, uma vez que na linha de embalagem é verificada a montagem dos perfis com o plano, a limpeza dos memos e o fecho da caixa com fita-cola.

As atividades de transporte e de inspeção são consideradas atividades de valor não acrescentado (VNA), correspondendo a cerca de 77% das atividades totais observadas na linha de embalagem, como se pode conferir no gráfico da Figura 29. Esta percentagem é bastante elevada tendo em conta que o tempo total utilizado nessas operações é considerado desperdício, sendo de salientar que apenas 23% das atividades correspondem a atividades de valor acrescentado (VA). A seleção das atividades VA e VNA pode ser observada através da consulta da Figura 70, apresentada no Anexo I – Gráfico de análise do processo de embalagem.

Figura 28 - Frequência do tipo de atividades (%)

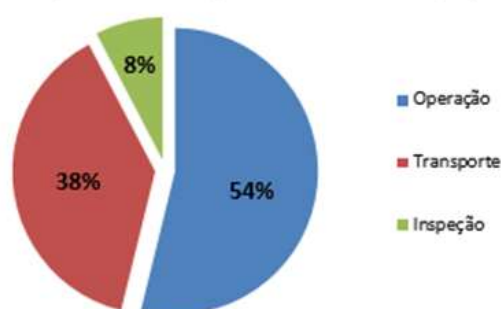


Figura 29 - Relação percentual entre atividades VA e VNA

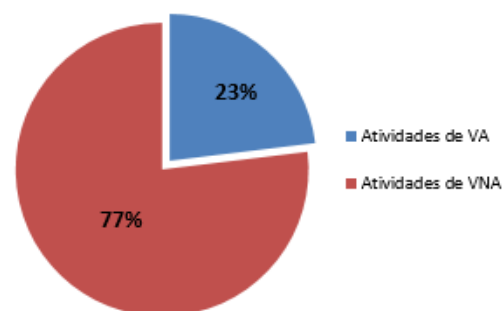


Figura 28 - Frequência do tipo de atividades (%)

Figura 29 - Relação percentual entre atividades VA e VNA

Assim, durante os dois turnos desta linha, com dez operadores em cada turno a embalar memos durante 8 horas, a um custo de 6,5 euros por hora, por operador, chega-se à conclusão de que a empresa acarreta um custo de 800,8 euros por dia, em atividades de valor não acrescentado na linha de embalagem manual. Em média verifica-se um custo diário de 40,04 euros por operador, em atividades sem valor acrescentado.

Entre a máquina de montagem automática e o equipamento de aspiração, existe um posto de trabalho constituído por dois operadores, cuja função é retirar memos da linha à saída da máquina de montagem (Figura 30), armazenando-os temporariamente num carrinho (Figura 31).

Esta situação deve-se ao facto de o ritmo da linha de embalagem ser mais lento do que o ritmo de montagem da máquina automática. De forma a evitar que os memos se acumulem no início da linha de embalagem, é necessário retirar memos à saída da máquina, conforme o ritmo da linha de embalagem o exija. Conclui-se assim a existência de um posto de trabalho composto apenas por atividades de VNA, verificando-se que pode demorar até 10 segundos por cada memo retirado da linha.



Figura 30 - Retirar memos da linha



Figura 31 - Armazenar memos no carrinho

4.3.4 Falta de balanceamento na linha de embalagem manual

Devido à inexistência de dados relativos ao tempo de ciclo das atividades executadas na linha de embalagem, foi realizado um estudo de tempos para cada operação elementar. Para este estudo utilizou-se a técnica da cronometragem e a metodologia aplicada encontra-se detalhada no Anexo II – Estudo de tempos, bem como o estudo de tempos para a medida de memos 180x120 cm (Tabela 17).

O *takt time* da linha Process foi calculado com base nos dados da procura relativamente ao ano de 2017, apresentados na Tabela 18 do Anexo III – Cálculo do *Takt Time*, cuja fórmula utilizada é a seguinte:

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tempo total disponível/ano}}{\text{Quantidade encomendada/ano}} = \frac{4032h}{305105} = 0,0132\ h/memo = 47,5744\ s/memo$$

Desta forma, é possível constatar que o *takt time* associado à linha Process é de, aproximadamente, 48 segundos/memo.

O gráfico da Figura 32 mostra os resultados obtidos do estudo de tempos, relativamente aos postos de trabalho do lado direito da linha de embalagem, sendo possível constatar a existência de um desequilíbrio entre os tempos de ciclo de cada posto.

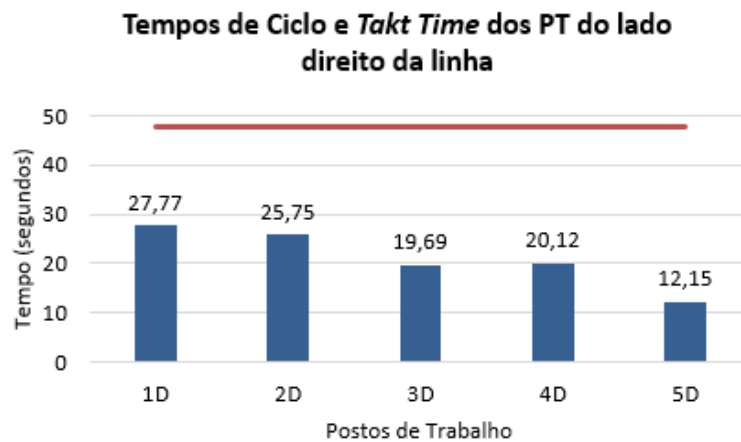


Figura 32 - Tempos de ciclo e takt time dos PT do lado direito da linha de embalagem

O mesmo se pode verificar relativamente aos postos de trabalho do lado esquerdo da linha, confirmando-se a existência de um desequilíbrio entre os tempos de ciclo de cada posto no gráfico da Figura 33.

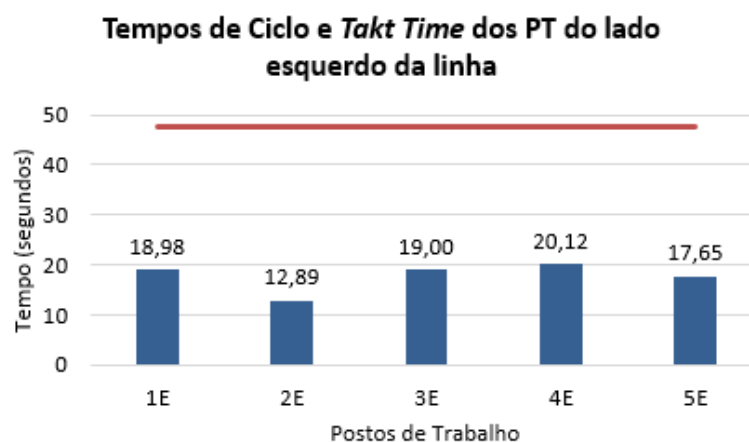


Figura 33 - Tempos de ciclo e takt time dos PT do lado esquerdo da linha de embalagem

Nos gráficos apresentados é possível visualizar o *takt time* da linha Process (TT = 47,57 segundos/memo), representado pela linha a vermelho. Através da análise dos gráficos é possível verificar que todos os postos de trabalho, de ambos os lados da linha, possuem tempos de ciclo inferiores ao *takt time*. O desfasamento entre os tempos de ciclo dos postos de trabalho e o *takt time* revela a falta de balanceamento da linha de embalagem, que é também evidenciada pelo facto dos tempos de ciclo dos diferentes postos de trabalho diferirem muito entre eles.

Uma vez que nesta linha, a maioria das operações são executadas aos pares, frente-a-frente, verifica-se também um elevado desequilíbrio entre os tempos de ciclo dos postos de trabalho

do lado esquerdo da linha relativamente aos respetivos postos do lado oposto da linha, o que leva à existência de tempos de espera por parte dos operadores.

Esta linha apresenta uma taxa de produção baixa, sendo de considerar que a média nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017 foi de 105 memos/hora, dados obtidos a partir da análise dos registos diários de produção. Assim, tendo em conta que em cada turno há 10 operadores na linha de embalagem manual e que a produtividade pode ser representada por horas de trabalho por operador, conclui-se que a produtividade da linha de embalagem é de 10,5 memos/hora-homem.

O tempo de atravessamento de um memo na linha de embalagem manual é em média 1 minuto e 40 segundos e o tempo de ciclo é de 24 segundos/memo. O tempo de atravessamento na linha de montagem automática é de 1 minuto e 6 segundos e o tempo de ciclo é de 18 segundos/memo. Assim, o tempo de atravessamento total de um memo desde que entra na máquina de montagem automática até que é colocado em paletes no fim da linha de embalagem manual é de 2 minutos e 46 segundos.

4.3.5 Falta de polivalência e matriz de competências dos operadores na linha

Na linha de embalagem manual verifica-se, em certas circunstâncias, problemas associados à falta de competências dos operadores, como exemplo, apenas dois dos dez operadores da linha sabem selecionar os acessórios necessários para o memo, antes de serem embalados, de acordo com as especificações do cliente.

Devido à necessidade de se obter um conhecimento acerca das capacidades de cada operador, fez-se um levantamento das competências associadas a cada um através da construção de uma matriz de competências, que se encontra representada na Figura 34.

Nesta matriz, estão representadas as competências e o nível de execução das operações de cada posto de trabalho por parte dos operadores da linha. Para a construção desta matriz foi fundamental o envolvimento de todos os colaboradores, assim como a colaboração da chefe de linha, que disponibilizou toda a informação necessária acerca de cada operador. A classificação utilizada baseia-se em quatro níveis distintos: (1) Sem competências; (2) Está formado; (3) Autónomo; (4) Pode dar formação.

A análise da matriz demonstra a falta de polivalência dos operadores, a qual afeta a flexibilidade da linha de embalagem e limita a rotatividade dos operadores nos postos de trabalho. Em certos postos constata-se que apenas o operador alocado a esse mesmo posto possui competências

para realizar as operações de forma autónoma e dar formação a outros operadores. Na eventualidade de algum desses operadores faltar, a única pessoa capaz de executar o seu trabalho é a chefe de linha, originando problemas ao nível do rendimento da linha tais como paragens e perdas de tempo a dar formação a outros operadores.









































































































Matriz de Competências																			
	Sem competências					Está formado					Autônomo					Pode dar formação			
Colaborador	Postos de trabalho - lado esquerdo					Postos de trabalho - lado direito													
	1E	2E	3E	4E	5E	1D	2D	3D	4D	5D									
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			

Figura 34 - Matriz de competências dos operadores na linha de embalagem manual

A falta de polivalência dos operadores verifica-se pelo facto de não existir um plano de formação e pela escassez de informação acessível aos operadores. A transmissão da informação verifica-se apenas em casos de necessidade, sendo os próprios operadores a ensinar outros operadores a realizar as operações, originando, por vezes, omissão de informação importante. A rotatividade dos operadores na linha é dificultada pela baixa polivalência, no entanto esta medida seria vantajosa uma vez que as operações são monótonas e repetitivas, sendo de notar que alguns postos de trabalho exigem maior esforço físico do que outros.

4.3.6 Desorganização geral da linha, identificação desatualizada e falta de local apropriado para ferramentas

De um modo geral, a linha de embalagem manual encontra-se desorganizada, sendo de realçar a falta de arrumação e de limpeza de toda a área envolvente à linha, como se pode observar na

Figura 35. O baixo nível de organização verificado afeta o bom desempenho e rendimento dos operadores e aumenta a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho. Este facto demonstra a necessidade de implementação da ferramenta 5S na linha de embalagem manual, de forma a evitar possíveis consequências negativas.



Figura 35 - Desorganização e falta de limpeza na linha de embalagem manual

A estante que serve de apoio ao abastecimento de acessórios para o processo de embalagem encontra-se desorganizada (Figura 36) e, verifica-se que, a maioria dos acessórios está contida em caixas de cartão, o que dificulta o abastecimento por parte do operador do comboio logístico. Nas prateleiras da estante não existe um local específico para cada tipo de acessório e a respetiva identificação encontra-se desatualizada e pouco visível (Figura 37). Existem acessórios que, por algum motivo, deixaram de ser utilizados no processo de embalagem e permanecem na estante de abastecimento, ocupando espaço e aumentando a dificuldade em encontrar os acessórios necessários.



Figura 36 - Desorganização da estante de acessórios



Figura 37 - Identificação de acessórios desatualizada

A falta de uma identificação correta e visível provoca desperdícios como tempos improdutivos à procura de acessórios, deslocações desnecessárias e, ainda, a ocorrência de erros na embalagem de memos devido a enganos na seleção do acessório pretendido. A estimativa de

tempo despendido, diariamente, à procura da referência de acessórios pretendida é de cerca de 10 minutos.

A estante de abastecimento de acessórios está distanciada cerca de 4 metros do posto de trabalho onde é executada a operação de colocação dos acessórios em cima do memo, antes de serem executadas as restantes operações de embalagem. A operadora deste posto, no início da produção de cada encomenda, dirige-se à estante e recolhe as caixas de acessórios de acordo com os códigos de referência indicados na ordem de produção. De seguida, transporta as caixas, uma de cada vez, até uma mesa de apoio que se encontra na traseira do seu posto de trabalho e que constitui o bordo de linha.

Sempre que ocorre um engano na seleção de uma caixa de acessórios devido à identificação errada da referência pretendida, verifica-se um desperdício de movimentação, ou seja, ocorre uma deslocação desnecessária efetuada pela operadora. Desta forma, é possível concluir que, a cada erro ocorrido, verifica-se uma deslocação de cerca de 8 metros efetuada desnecessariamente, o que, por sua vez, implica uma nova deslocação para corrigir o erro e seleccionar a referência de acessórios pretendida. De notar que esta situação pode ocorrer até duas vezes por dia.

Durante os meses de outubro, novembro e dezembro de 2017, o Departamento da Qualidade detetou cerca de 18 memos não conformes devido a acessórios incorretos colocados na linha de embalagem manual. Nesse ano, a empresa recebeu quatro reclamações de clientes relativamente à falta de acessórios e/ou colocação de acessórios diferentes dos pretendidos, em memos produzidos e embalados na linha Process.

A falta de um local apropriado e devidamente identificado para a colocação das ferramentas de trabalho aumenta a probabilidade de ocorrência de erros durante o processo de embalagem. Como se pode visualizar nas imagens da Figura 38, não existe um local específico para as ferramentas, razão pela qual os operadores colocam o material de trabalho dentro de caixas de acessórios ou noutros locais não destinados a esse efeito. Esta situação provoca, por vezes, perda de ferramentas e aumenta a probabilidade de danificar acessórios ou outros componentes pelo facto de se encontrarem misturados com as ferramentas.



Figura 38 - Falta de local apropriado para colocação de ferramentas

Durante o ano de 2017, ocorreram cerca de dezasseis acidentes de trabalho na linha de montagem e embalagem Process. Na Tabela 6 estão listados os tipos de acidente ocorridos, juntamente com o respetivo número de ocorrências. Estes dados foram fornecidos pelo Departamento de Higiene e Segurança no Trabalho. Do total de dezasseis acidentes ocorridos nesse ano, cerca de seis tiveram origem em fatores de desorganização da linha, tais como falta de arrumação de ferramentas em locais apropriados e ocupação do espaço fabril por materiais dispersos. Estas seis ocorrências dizem respeito aos seguintes tipos de acidentes de trabalho: “Quedas de objetos”, “Choque / impacto” e “Quedas ao mesmo nível”.

Tabela 6 - Acidentes de trabalho ocorridos na linha Process em 2017

Tipo de Acidente	Número de Ocorrências
Quedas de objetos	3
Movimentos bruscos / extremos	3
Esforços a movimentar objetos	4
Entalamento entre objetos nas máquinas	2
Choque / impacto	2
Quedas ao mesmo nível	1
Movimentos repetitivos	1

4.3.7 Baixa eficiência da linha de embalagem manual

A medição do desempenho da linha de embalagem manual é realizada, diariamente, pela empresa e é contabilizada em memos embalados por hora. Esta medição permite à gestão de topo observar a variabilidade na produção da linha Process, assim como, verificar com que frequência se atinge o objetivo de produção pretendido.

Durante os meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2017 registou-se uma média de 105 memos embalados / hora. O objetivo de produção definido pela empresa é de cerca de 150 memos / hora. Através da observação da produção diária da linha constatou-se que os valores

relativos à produtividade são bastante baixos e que, normalmente, não é atingido o objetivo de produção pretendido.

Com o intuito de identificar as principais causas da baixa eficiência da linha de embalagem manual, foi construído um diagrama de causa-efeito, apresentado na Figura 39. A partir da análise de todas as causas identificadas torna-se possível encontrar soluções viáveis e eficientes para se alcançar o objetivo produtivo estabelecido pela empresa.



Figura 39 - Diagrama de causa-efeito para a baixa eficiência da linha de embalagem manual

Com a realização deste estudo, concluiu-se que, provavelmente, as causas com maior impacto na baixa eficiência da linha de embalagem manual são a falta de balanceamento da linha e a falta de sincronismo entre a máquina de montagem e a linha de embalagem. Estas duas causas foram estudadas com maior detalhe na secção 4.3.4.

Outras causas apresentadas no diagrama de causa-efeito foram já descritas ao longo deste capítulo, nomeadamente a falta de competências dos operadores, os enganos ocorridos na seleção de acessórios, a falta de organização do espaço fabril e a má identificação de materiais.

A estas causas já identificadas acrescentam-se outras, tais como a falta de manutenção preventiva na máquina de montagem de memos, a qual propicia a ocorrência de avarias e a produção de memos com defeito; a falha no abastecimento de acessórios e de placas de cartão, que provavelmente está relacionada com o planeamento pouco eficiente da logística interna da empresa e, por último, os maus hábitos por parte dos operadores da linha, como lanchar durante o desempenho das suas funções, uma vez que não existe um período de pausa específico para esse fim.

4.3.8 Inspeção da qualidade realizada após o processo de embalagem de memos

Na linha de montagem e embalagem Process existem vários pontos de controlo, quer dos produtos intermédios, no momento prévio ao abastecimento da máquina de montagem, como do produto final, antes de serem efetuadas as operações de embalagem na linha manual. Estes pontos de controlo estão essencialmente relacionados com a verificação da limpeza dos planos; deteção de defeitos nos perfis de alumínio; verificação da ocorrência de defeitos durante a montagem do memo na máquina automática e, ainda, deteção de defeitos provocados pelo equipamento de aplicação de fita-cola. No entanto, uma vez que os operadores da linha nem sempre garantem a correta verificação do material, torna-se necessário realizar uma inspeção final ao produto para assegurar a conformidade do mesmo.

Terminado o processo de embalagem dos memos, as caixas são colocadas em paletes mediante as indicações da ordem de produção. As paletes são transportadas por uma operadora do último posto de trabalho da linha de embalagem ou pela chefe de linha, até um local disponível na área envolvente à linha Process, onde será realizada a inspeção final do produto acabado. Todas as paletes de memos produzidos e embalados nesta linha permanecem armazenadas no chão de fábrica com uma sinalização a amarelo (Figura 40) que impede que sejam transportadas para o armazém de expedição sem a realização da inspeção final.



Figura 40 - Paletes de memos com sinalização de inspeção final

Duas colaboradoras do Departamento de Qualidade realizam a inspeção de todas as paletes, certificando-se de que o produto segue em conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos e são cumpridos os requisitos do cliente. Desta forma, garantem o grau de qualidade desejado e a total satisfação dos clientes, evitando reclamações devido à não conformidade do produto.

Diariamente, as duas colaboradoras dirigem-se à respetiva zona de inspeção e recolhem uma amostra de memos da quantidade total existente na paleta. O número de memos a inspecionar

é obtido através da Tabela AQL que, para um determinado valor de unidades produzidas e para um Limite de Qualidade Aceitável (AQL) estabelecido previamente entre o cliente e a empresa, permite identificar o nível de inspeção necessário para garantir que a encomenda cumpra, na sua totalidade, as normas de qualidade e as especificações do cliente.

O método de inspeção aplicado pelo Departamento de Qualidade segue os mesmos procedimentos e baseia-se essencialmente na observação direta do memo e das caixas de cartão. Previamente, as colaboradoras reúnem o material necessário para realizar a inspeção e colocam uma palete vazia junto à paleta a inspecionar.

Inicia-se o processo de inspeção da amostra de memos necessária, sendo o primeiro passo desembalar o produto final e rodar o memo dentro da caixa, de forma que a superfície fique voltada para cima. De seguida, a superfície do memo é limpa com um pano e diluente com o intuito de remover excessos de cola e outros resíduos; os perfis de alumínio são polidos com massa de polir quando a sua estrutura se apresenta riscada ou danificada; o memo é de novo embalado e transferido para a segunda paleta.

Esta verificação é idêntica à que se realiza nos diversos pontos de controlo da linha, no entanto, e uma vez que na linha não há tempo suficiente para uma verificação eficaz de todos os potenciais defeitos, torna-se necessário realizar uma inspeção final por amostragem de modo a garantir maior eficácia no controlo de qualidade.

No final da inspeção, o Departamento de Qualidade avalia a conformidade do material, emitindo uma decisão relativamente à validação da paleta ou reprovação da mesma. No caso de validação da conformidade do material, são colocadas etiquetas verdes nos memos inspecionados e a sinalização a amarelo é retirada da paleta. De seguida, a paleta é transportada para a máquina de filmagem (caso ocorra o processo de filmagem dos memos), ou é colocada numa área próxima para que seja transportada por um operador logístico até ao armazém de expedição.

No caso de reprovação da paleta, esta é transportada de novo para a linha Process, sendo comunicado o motivo da não conformidade do produto acabado e quais as ações corretivas necessárias.

No final, os memos corrigidos e embalados são colocados na paleta e seguem novamente para a zona de inspeção para que seja verificada e validada a conformidade do produto final, antes de seguir para a máquina de filmagem ou para o armazém de expedição. De notar que, numa

segunda inspeção, após a execução das ações corretivas dos memos na linha Process, a paleta geralmente é aprovada.

Na Figura 41 apresenta-se um fluxograma explicativo que permite resumir as principais etapas de todo o processo de inspeção explicitado nesta secção.

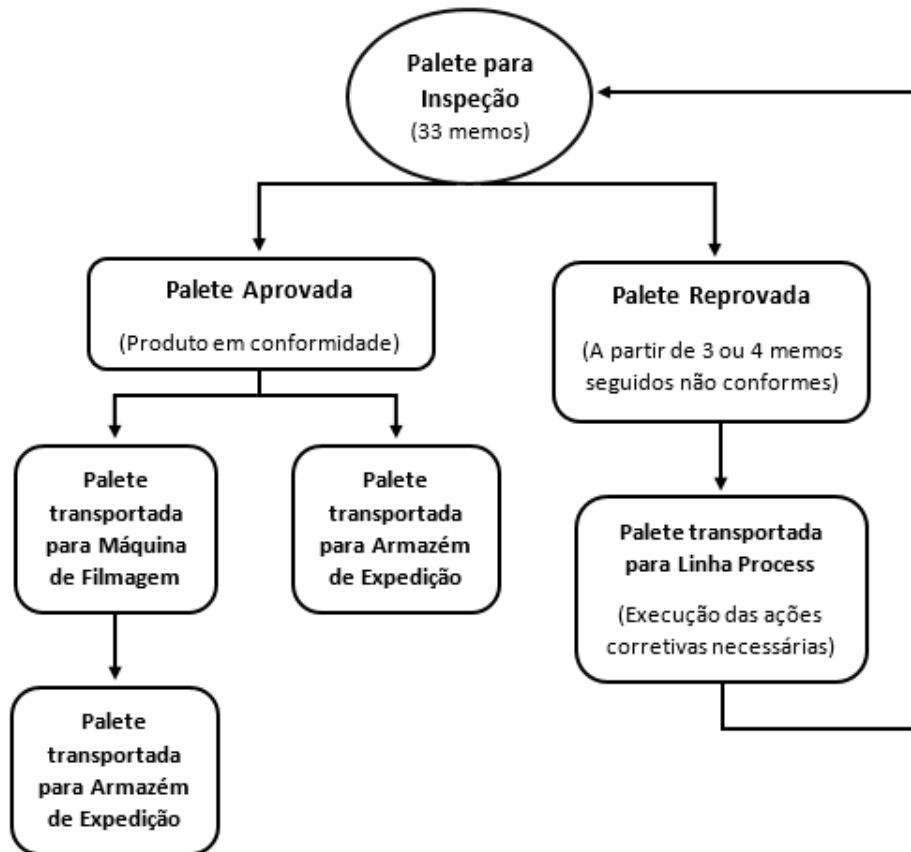


Figura 41 - Fluxograma da inspeção final de memos

Considerando o modelo de memos mais produzido na linha Process, correspondente à medida 180x120 cm, verifica-se que as paletes são constituídas por 33 memos. Segundo a Tabela AQL, a amostra necessária para inspecionar num lote deste tamanho é de 10 unidades, sendo que, para totalizar este valor, as colaboradoras inspecionam os seis primeiros memos da paleta, de seguida inspecionam dois memos que retiram aleatoriamente do meio da paleta e, por fim, inspecionam os dois últimos memos do lote.

O tempo despendido na inspeção de uma paleta deste tamanho é de aproximadamente 40 minutos, podendo prolongar-se até cerca de 60 minutos, dependendo do número de memos com defeito que são transportados para a linha para serem corrigidos.

O transporte de um memo com defeito até à linha Process, assim como o regresso das colaboradoras até à zona de inspeção, demora cerca de 1,5 minutos, sendo que a distância total

percorrida é de aproximadamente 36 metros. Após a correção do memo, este é transportado de novo para a zona de inspeção, por um operador da linha, demorando cerca de 1,5 minutos e a distância total percorrida é de 36 metros.

No caso de reprovação de uma palete (que se verifica, normalmente, a partir do terceiro ou quarto memo seguido com características não conformes), as colaboradoras comunicam à chefe de linha o motivo da não conformidade do produto e a palete permanece na zona de inspeção até ser transportada para a linha de modo a serem executadas as ações corretivas necessárias.

O transporte da palete é realizado por um operador ou pela chefe de linha, sendo que o tempo despendido é de cerca de 2 minutos e a distância total percorrida é de 36 metros. No final, a palete é transportada de novo até à zona de inspeção, demorando cerca de 1 minuto e a distância total percorrida pelo operador é de aproximadamente 16 metros.

4.3.9 Desperdício de materiais

Nesta secção é feita uma análise relativamente ao desperdício de materiais que se verifica na linha de embalagem manual, este desperdício está relacionado com o excesso de cartão utilizado na conceção das caixas de embalagem de memos e, ainda, com o desperdício de cola quente existente na máquina de aplicação de cola.

4.3.9.1 Excesso de cartão nas caixas de embalagem

As caixas de embalagem de memos são formadas a partir da sobreposição de duas placas de cartão, uma placa externa (Figura 42) e uma placa interna (Figura 43) que, após serem dobradas manualmente, formam a caixa final, tal como é possível visualizar através da Figura 23, apresentada na secção 4.2.3.



Figura 42 - Placa externa de cartão



Figura 43 - Placa interna de cartão

O cartão é encomendado em paletes ao fornecedor, sendo posteriormente cortado e vincado numa secção produtiva da empresa, dando origem ao formato de placas pretendido mediante as especificações do modelo de caixas e das medidas de memos referentes à encomenda do cliente.

O *design* de corte e vincagem da placa interna de cartão foi concebido de forma a permitir que os acessórios do memo sejam incorporados numa das suas extremidades. Assim, através dos vincos efetuados nas extremidades da placa é possível dobrar o cartão com maior facilidade e colocar os acessórios do respetivo memo no seu interior. Este processo ocorre na linha de embalagem manual e o resultado final da incorporação dos acessórios na caixa de cartão pode ser visualizado na Figura 44.



Figura 44 - Acessórios no interior da placa interna de cartão

Na empresa são cortadas e vincadas, diariamente, diversas placas de cartão internas e externas, com diferentes tamanhos mediante as dimensões dos memos encomendados. Verifica-se, no entanto, que o *design* de caixas concebido pela empresa, para as medidas de memos produzidas na linha Process, acarreta um elevado desperdício de cartão na medida em que a sobreposição das duas placas é desnecessária.

A consistência de uma caixa de embalagem é garantida com uma placa de cartão, logo a existência de duas placas sobrepostas traduz-se em desperdício de matéria-prima. Na tentativa de reduzir o desperdício associado à elevada quantidade de cartão utilizado nas caixas, foi realizado um estudo relativamente aos três modelos de memos mais produzidos na linha Process, referentes às medidas 180x120 cm, 150x100 cm e 180x90 cm.

Na Tabela 7 estão apresentadas as dimensões das placas internas e externas, que constituem as caixas de cartão; a área total de cartão utilizado em cada modelo de caixas e, ainda, o custo acarretado pela empresa na conceção de uma unidade de caixas de cada um dos três modelos apresentados.

Tabela 7 - Dimensão das placas de cartão e custo das caixas de cartão

Medida do memo (cm)	Placa de cartão	Dimensão total da placa (mm)	Área da placa (mm ²)	Área total da caixa (mm ²)	Área total da caixa (m ²)	Custo da caixa unitária (euros)
180x120	Externa	2572x1957x31	5033404	8211154	8211,15	4,17
	Interna	2230x1425x25	3177750			
150x100	Externa	2172x1657x31	3599004	5963254	5963,25	3,14
	Interna	1930x1225x25	2364250			
180x90	Externa	1972x1957x31	3859204	6367954	6367,95	3,39
	Interna	2230x1125x25	2508750			

Através das dimensões da base das placas internas e externas, apresentadas na Tabela 8, foi possível determinar a área de cartão comum às duas placas que formam a caixa. Sabendo a área comum das placas e considerando os custos de conceção de caixas unitárias apresentados na Tabela 7, calculou-se o custo associado ao desperdício de cartão existente. O custo deste desperdício de cartão, por cada caixa produzida, encontra-se apresentado na última coluna da Tabela 8, para cada uma das três medidas de memos mais produzidas.

Tabela 8 - Dimensão comum das placas de cartão e custo do desperdício de cartão

Medida do memo (cm)	Placa de cartão	Dimensão da base da placa (mm)	Medidas comuns das placas (mm)	Área comum das placas (mm ²)	Custo desperdício cartão caixa unitária (euros)
180x120	Externa	1957x1256x31	1950x1500	2925000	1,49
	Interna	1950x1245x25			
150x100	Externa	1657x1056x31	1650x1250	2062500	1,09
	Interna	1650x1045x25			
180x90	Externa	1957x956x31	1950x1150	2242500	1,19
	Interna	1950x945x25			

4.3.9.2 Desperdício de cola

Na linha Process, junto à máquina de montagem de memos, existe um equipamento de aplicação de cola quente que é utilizado sempre que surge a necessidade de retificar memos com defeito, operação que ocorre, por vezes, durante o processo de montagem.

Após a retificação dos memos é necessário colar, manualmente, os perfis de alumínio ao plano do memo, sendo que para tal, os operadores responsáveis pelo abastecimento da máquina de montagem recorrem a este equipamento para aplicar cola quente diretamente no local pretendido.

O equipamento é abastecido por um pequeno tubo de cola que, após ligar o equipamento à corrente elétrica, permite aquecer a cola até atingir a temperatura ideal. Quando não está a ser utilizado, o equipamento é colocado sobre uma mesa de apoio que se encontra junto à máquina de montagem de memos e, com o auxílio de um suporte metálico (incorporado no próprio equipamento), este permanece em repouso na posição apresentada na Figura 45.



Figura 45 - Equipamento de aplicação de cola quente

De forma a facilitar o manuseamento do equipamento e acelerar o processo de aplicação de cola, os operadores removeram uma peça da sua extremidade, responsável por impedir a saída de cola durante o tempo em que não está em funcionamento. Esta situação provoca um elevado desperdício pois, de cada vez que o equipamento é colocado sobre a mesa, verifica-se que, parte da cola, ainda quente, escorre pela extremidade e acumula-se no tampo da mesa (como é possível observar na Figura 45).

Os tubos de cola são encomendados ao fornecedor em caixas de 10kg, sendo que cada caixa contém 320 tubos de cola. O custo da cola é de cerca de 2,98 euros / kg, ou seja, o custo de uma caixa de tubos de cola é de cerca de 29,80 euros.

A estimativa relativamente ao desperdício de cola existente é de aproximadamente 1/5 de um tubo de cola. Assim, é possível constatar que, por cada caixa de tubos de cola adquirida pela empresa, há um desperdício associado de 2 kg de cola. Desta forma conclui-se que, o custo acarretado pela empresa relativamente ao desperdício de cola analisado é de cerca de 5,96 euros por cada caixa de 10 kg comprada ao fornecedor.

4.4 Síntese dos problemas identificados

Ao longo deste capítulo, foi realizada uma análise crítica ao estado inicial da linha Process, a qual permitiu identificar diversos problemas associados à linha de embalagem manual. Os problemas detetados afetam negativamente o desempenho da linha e o funcionamento eficiente

da máquina de montagem de memos. Na Tabela 9 encontram-se evidenciados os principais problemas juntamente com as consequências que advêm desses problemas.

Tabela 9 - Síntese dos problemas identificados e respectivas consequências

Problema	Consequências
Elevado número de atividades que não acrescentam valor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevado tempo despendido em operações sem valor para o produto ▪ Elevado custo de mão-de-obra em atividades sem valor acrescentado
Falta de balanceamento na linha de embalagem manual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grande variação entre os TC de cada posto de trabalho ▪ Elevado desfasamento entre os TC e o TT ▪ Falta de sincronismo entre a linha de embalagem manual e a máquina de montagem de memos ▪ Elevados tempos de espera ▪ Baixa produtividade da linha
Falta de polivalência e matriz de competências dos operadores na linha	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monotonia na execução das atividades ▪ Desmotivação dos operadores ▪ Baixa produtividade da linha ▪ Desconhecimento das competências de cada operador ▪ Desconhecimento da necessidade de formação
Desorganização geral da linha, identificação desatualizada e falta de local apropriado para ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risco de ocorrência de acidentes de trabalho ▪ Tempo improdutivo à procura de material ▪ Deslocações desnecessárias ▪ Probabilidade de ocorrência de erros no processo de embalagem ▪ Maior probabilidade de perda de ferramentas ▪ Risco de danificar material
Inspeção da qualidade realizada após o processo de embalagem de memos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevadas deslocações das colaboradoras de inspeção ▪ Grandes distâncias percorridas no transporte de material entre a linha e o local de inspeção ▪ Desperdício de material na abertura das caixas já embaladas ▪ Desperdício de tempo a inspecionar memos após finalizar o processo de embalagem
Desperdício de materiais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo elevado em desperdício de cartão ▪ Custo elevado em desperdício de cola quente

5. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria relativamente aos problemas descritos no capítulo anterior e sintetizados na Tabela 9 da secção 4.4. Na Tabela 10, encontram-se evidenciadas as principais propostas de melhoria sugeridas à empresa, tendo como base a ferramenta 5W2H.

Tabela 10 - Síntese das propostas de melhoria

What	Why	Where	When	How
Implementação da ferramenta 5S	. Necessidade de organização e limpeza da linha	Linha Process	2018	. Alocar apenas o material necessário a cada posto de trabalho
Criação de um quadro informativo <i>Lean</i>	. Auxiliar o controlo das atividades diárias realizadas pelos operadores . Colocar informação útil sobre a ferramenta 5S	Linha Process	2018	. Fixação de informações úteis sobre as ferramentas <i>Lean</i> . Fixação de folhas de registo de limpeza e organização do local de trabalho
Criação de um quadro para suporte de ferramentas	. Falta de um local apropriado para colocar ferramentas . Evitar perdas de material . Melhorar a gestão visual da linha	Linha Process	2018	. Construção de um quadro magnético com a posição e identificação de cada ferramenta utilizada na linha
Organização da estante de abastecimento de acessórios	. Necessidade de organizar o sistema de duas caixas . Desatualização das etiquetas de identificação . Reduzir tempos improdutivos à procura de acessórios	Linha Process	2018	. Atualização das etiquetas de identificação de cada referência de acessórios . Colocação das caixas de acessórios na posição da estante referente à respetiva etiqueta identificativa
Criação de listas de acessórios e de ferramentas	. Inexistência de documentação com referências dos materiais e ferramentas . Melhorar a gestão visual da linha	Linha Process	2018	. Levantamento de todas as referências de acessórios existentes . Levantamento de todas as ferramentas utilizadas na linha . Fixação das listas na linha de embalagem
Mudança de <i>layout</i> na linha	. Remover do fluxo produtivo posto de trabalho com dois operadores que apenas executam operações sem valor acrescentado para o produto	Linha Process	2018	. Realocação dos dois operadores para a linha de embalagem manual . Aproximação do equipamento de exaustão à máquina de montagem
Instalação de sistema auxiliar para fecho das caixas	. Eliminar atividades sem valor acrescentado para o produto . Facilitar a entrada das caixas no equipamento de aplicação de fita-cola	Linha Process	2018	. Instalação de um sistema constituído por dois suportes em metal, à entrada do equipamento de aplicação de fita-cola
Balanceamento da linha de embalagem manual	. Necessidade de equilibrar os tempos de ciclo dos postos de trabalho . Falta de sincronismo entre a linha de embalagem e a máquina de montagem . Baixa produtividade da linha	Linha Process	2018	. Distribuir de forma equilibrada a carga de trabalho pelos operadores da linha . Equilibrar os TC dos postos de trabalho relativamente ao TT definido pela empresa
Alteração do <i>layout</i> da linha com a implementação do balanceamento	. Reduzir tempos de espera entre os postos de trabalho da linha . Aumentar o fluxo produtivo da linha de embalagem manual	Linha Process	2018	. Alteração da disposição do PT2 para uma posição adjacente à linha de embalagem . Realocação dos operadores 2D e 2E da linha para nova disposição do PT2 no <i>layout</i>
Plano de formação e programa de rotatividade dos operadores	. Falta de polivalência dos operadores na linha de embalagem manual . Falta de formação dos operadores . Baixa flexibilidade da linha	Linha Process	A definir	. Elaboração de um plano de formação a partir da análise da matriz de competências . Realização de ações de formação . Implementação do programa de rotatividade dos operadores

What	Why	Where	When	How
Integração do controlo da qualidade na linha de embalagem manual	<ul style="list-style-type: none"> . Elevado desperdício de recursos e de tempo na realização das inspeções de qualidade ao produto acabado . Elevadas distâncias percorridas durante o transporte de memos entre a linha e a zona de inspeção 	Linha Process	A definir	<ul style="list-style-type: none"> . Criação de duas áreas de atuação para controlo da qualidade na linha de embalagem manual . Alocação das colaboradoras da qualidade para as áreas de atuação na linha . Eliminação da zona de inspeção
Substituição da placa interna de cartão por uma caixa de acessórios	<ul style="list-style-type: none"> . Reduzir o desperdício de cartão na conceção das caixas de embalagem . Facilitar o processo de embalagem de memos 	Linha Process	A definir	<ul style="list-style-type: none"> . Produção de pequenas caixas de cartão para acessórios . Colocação das pequenas caixas numa extremidade da placa externa de cartão . Eliminação da produção de placas internas de cartão
Colocação de tampa na extremidade do equipamento de cola quente	<ul style="list-style-type: none"> . Reduzir o desperdício de cola . Facilitar o manuseamento do equipamento de cola quente 	Linha Process	A definir	<ul style="list-style-type: none"> . Desenvolvimento de uma tampa apropriada para vedar a extremidade do equipamento quando este não está em funcionamento

5.1 Implementação da ferramenta 5S e gestão visual

Devido aos inúmeros problemas provocados pelo baixo nível de organização, limpeza e arrumação da linha de embalagem manual (demonstrados na secção 4.3.6), surgiu a necessidade de implementar a ferramenta 5S e algumas técnicas de gestão visual, de forma a permitir melhorar a eficiência da linha e diminuir a ocorrência de erros, acidentes e deslocações desnecessárias.

Os operadores da linha já tinham conhecimento da ferramenta 5S, uma vez que esta ferramenta é cada vez mais aplicada na empresa pelos estagiários, na área produtiva. No entanto, constata-se que sem um controlo diário das atividades propostas pelo programa 5S, os operadores não seguem os procedimentos estabelecidos e, por isso, não se consegue alcançar o sucesso pretendido com a sua implementação.

Na análise do estado atual, verificou-se que a desorganização geral da linha acarretava problemas indesejáveis, tornando-se então fundamental incentivar os operadores para a prática da política dos 5S e sensibilizá-los para a importância de manter o local de trabalho organizado e limpo.

A implementação dos 5S teve início com a identificação de todos os materiais e ferramentas desnecessárias ao processo de embalagem, procedendo-se à separação destes materiais daqueles que são efetivamente úteis para a execução das operações.

Com a colaboração de todos os operadores e da chefe de linha, procedeu-se à limpeza de toda a área envolvente à linha de embalagem (Figura 46). Como todos os colaboradores foram envolvidos nesta atividade, foi possível sensibilizá-los para a prática da limpeza do local de

trabalho e ficou estabelecido um período de limpeza diário. Assim, nos últimos 5 minutos antes de terminar o turno de trabalho, todos os operadores devem executar as seguintes tarefas:

- Limpar as ferramentas e os materiais auxiliares;
- Arrumar as ferramentas no quadro de ferramentas;
- Limpar a área envolvente a cada posto de trabalho.



Figura 46 - Limpeza da área envolvente à linha de embalagem manual

De forma a garantir o sucesso da implementação dos 5S e permitir a continuidade desta prática, foram dadas informações úteis a todos os colaboradores da linha ao longo da implementação desta ferramenta. Na tentativa de auxiliar o controlo das atividades diárias executadas pelos operadores, foi desenvolvido um quadro informativo *Lean* onde estão afixadas informações sobre a ferramenta 5S (Figura 47) e folhas de registo de limpeza do local de trabalho (Figura 48), com o objetivo de criar rotinas de limpeza e organização, através do seu preenchimento diário pelos operadores da linha de embalagem.



Figura 47 - Informações sobre a ferramenta 5S

REGISTO DIÁRIO DE LIMPEZA					
Linha: _____		Turno: _____		Data: ____/____/____	
Hora Início	Hora fim	Local / Posto de Trabalho	Operador	Armação	Limpeza

Figura 48 - Folha de registo diário de limpeza

5.1.1 Criação de um quadro informativo *Lean*

No quadro informativo *Lean* (Figura 49), para além das informações sobre a ferramenta 5S e das folhas de registo de limpeza, estão também afixadas informações relevantes sobre a eficiência operacional, mais concretamente acerca do indicador OEE, dados referentes à análise mensal da eficiência operacional da máquina de montagem automática e folhas de registo diário das quantidades de produção, preenchidas pelos chefes de linha de cada turno de trabalho. Neste quadro está também afixada a matriz de competências de cada operador da linha de embalagem manual, desenvolvida com a colaboração de todos os trabalhadores e da chefe de linha.



Figura 49 - Quadro informativo *Lean*

Com a implementação deste quadro de gestão visual, pretende-se um efeito mais interativo com os operadores, possibilitando o acompanhamento diário da produção, do desempenho dos colaboradores e da ocorrência de problemas na linha.

Através de reuniões semanais, os chefes de linha podem debater, juntamente com os operadores, questões relevantes para o bom funcionamento da linha de embalagem manual e da máquina de montagem automática. Esta interação permite encontrar soluções para os problemas ocorridos, contribuindo para a melhoria contínua do processo produtivo e da qualidade de trabalho dos operadores.

5.1.2 Criação de um quadro para suporte de ferramentas

As ferramentas utilizadas com mais frequência no processo de embalagem não possuíam um local apropriado, o que aumentava a probabilidade de perda de material auxiliar e tempo despendido à procura de ferramentas. Assim, de forma a reduzir a desorganização do espaço fabril e de auxiliar os operadores na execução das suas tarefas, foi construído um quadro para colocação das ferramentas (Figura 50). A sua criação teve origem num memo branco, onde foi desenhado (com alcatifa) cada uma das ferramentas utilizadas, de modo a garantir a identificação correta de cada posição juntamente com o respetivo nome (Figura 51).



Figura 50 - Quadro para colocação de ferramentas

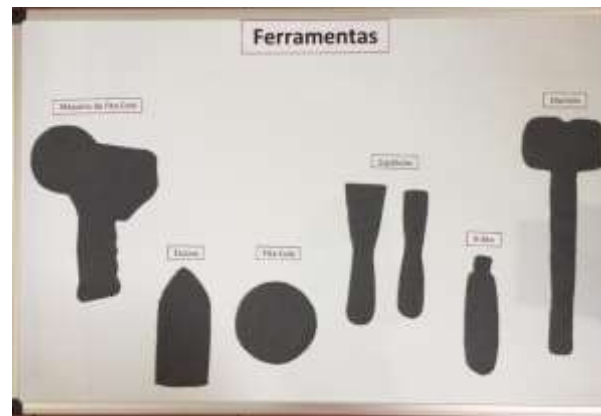


Figura 51 - Posição e identificação de cada ferramenta no quadro

A implementação deste quadro permitiu melhorar a organização da linha, evitar perdas de ferramentas, reduzir tempos de espera à procura de ferramentas, e ainda, clarificar através da perceção visual, as zonas específicas para cada uma.

5.1.3 Organização da estante de abastecimento de acessórios à linha de embalagem

A estante de abastecimento de acessórios à linha de embalagem foi limpa e organizada (Figura 52). Cada tipo de acessório diferente tem uma posição específica na estante e para cada acessório existem duas caixas na estante, uma à frente da outra, funcionando como sistema de duas caixas, como se pode observar na Figura 53.

Quando a primeira caixa fica vazia, os operadores retiram-na da estante e colocam-na numa área específica para caixas vazias, para que o operador do comboio logístico tenha conhecimento de que é necessário reabastecê-la. Posteriormente, o operador do comboio logístico coloca a caixa já abastecida na respetiva posição da estante, atrás da segunda caixa.



Figura 52 - Organização da estante de acessórios



Figura 53 - Sistema de duas caixas

As etiquetas de identificação de cada tipo de acessório foram atualizadas, pois já não era possível a leitura correta do nome dos acessórios e dos códigos de identificação. As etiquetas foram colocadas nas duas caixas de abastecimento destinadas a cada referência de acessório e também foram colocadas na posição específica desse acessório na estante, como é possível verificar na Figura 54.

A substituição das etiquetas foi efetuada a partir de um *template* já utilizado na empresa (Figura 55), cada etiqueta é constituída pela identificação da linha (Process Embalagem), nome identificativo do acessório, código numérico e, ainda, código de barras e quantidade de acessórios. É de salientar que estes dois últimos dados são apenas utilizados pelo Departamento da Logística.



Figura 54 - Atualização da identificação de acessórios



Figura 55 - Etiqueta de identificação de acessórios

Com a organização da estante e a atualização das etiquetas de identificação, foi possível eliminar desperdícios como tempos improdutivos à procura do acessório correto, deslocções desnecessárias e ainda ocorrência de erros devido a enganos na seleção do acessório.

5.1.4 Criação de uma lista de acessórios e de ferramentas

Com a organização geral da linha de embalagem manual, constatou-se a inexistência de qualquer tipo de documentação relativamente aos materiais e ferramentas existentes no local de trabalho. Por esta razão, foram elaboradas duas listas de materiais, uma referente aos acessórios colocados nas caixas de cartão juntamente com o memo, e outra lista associada às ferramentas necessárias para a execução das operações de embalagem.

Na lista de acessórios estão discriminadas todas as referências existentes e que se encontram dispostas na estante de abastecimento da linha. Este documento apresenta, para cada tipo de acessório, a sua designação, o código numérico associado e uma imagem ilustrativa para auxiliar na identificação do respetivo acessório. A lista foi colocada junto às prateleiras da estante, para que seja possível a sua consulta, sempre que necessário, por parte de qualquer colaborador da linha. A implementação desta medida tem como objetivo facilitar o reconhecimento dos diversos acessórios, evitando desta forma a ocorrência de erros associados à incorreta identificação. Na Figura 56 é possível visualizar um pequeno extrato do documento referente à lista de acessórios afixada na linha de embalagem manual.

Lista de Acessórios			
Secção: Alumínios (Office)		Data: 21 Junho 2018	
Linha: Embalagem Process			
Local: Estante de Acessórios			
Tipo de Acessório: Topos			
Designação	Código	Componentes	Imagem
Topos Cinza Escuro	80654	2 topos cinza escuro	
Topos Cinza Claro	80655	2 topos cinza claro	

Figura 56 - Extrato da lista de acessórios

No documento referente às ferramentas, encontra-se uma listagem das diversas ferramentas necessárias para a execução das operações de embalagem. Nesta lista constam dados como a designação da ferramenta, a quantidade existente e o local onde deve ser colocada após a sua utilização.

A lista foi colocada num local apropriado, próximo do quadro para colocação de ferramentas (apresentado na Figura 50 da secção 5.1.2), de modo a auxiliar os operadores no reconhecimento das diversas ferramentas existentes. Desta forma, é possível evitar perda de material no local de trabalho, uma vez que todos os utensílios estão contabilizados. Na Figura 57 é possível visualizar um pequeno extrato do documento elaborado e fixado junto ao quadro de ferramentas.

A criação destes documentos contribui para a gestão visual da linha, uma vez que facilita a identificação de todas as referências de acessórios existentes na estante, bem como das ferramentas utilizadas na linha de embalagem. A lista completa de acessórios e de ferramentas encontra-se disponível no Anexo IV – Listas de acessórios e de ferramentas, para uma visualização mais detalhada.

Lista de Ferramentas			
Secção: Alumínios (Office)		Data: 22 Junho 2018	
Linha: Embalagem Process			
Designação	Quantidade	Local	Imagem
Martelo	1	Quadro de Ferramentas	
X-Ato	1	Quadro de Ferramentas	
Espátula	2	Quadro de Ferramentas	

Figura 57 - Extrato da lista de ferramentas

5.2 Mudanças de *layout* na linha e sistema auxiliar para fecho das caixas

Com o objetivo de diminuir o desperdício existente na linha de embalagem manual, todas as operações elementares executadas na linha foram observadas e analisadas, sendo que as atividades que não acrescentavam valor ao produto foram alvo de um estudo mais detalhado com o objetivo de identificar as que poderiam ser excluídas do processo de embalagem. Nesta secção são mencionadas propostas de melhoria no âmbito da redução destas atividades, sendo de salientar que algumas propostas foram implementadas após aprovação do diretor de produção.

5.2.1 Mudança de *layout* na linha

Como foi descrito na secção 4.3.3, no estado inicial deste projeto, entre a máquina de montagem automática e o equipamento de aspiração, existia um posto de trabalho constituído por dois operadores que executavam, exclusivamente, operações sem valor acrescentado para o produto. Os dois operadores eram responsáveis por executar a atividade 1: “Retirar memos em excesso da linha” e a atividade 2: “Colocar memos em excesso num carrinho”, ambas estão representadas no gráfico de fluxo do processo de embalagem (Figura 70), presente no Anexo I – Gráfico de análise do processo de embalagem.

Com o objetivo de reduzir o desperdício associado a atividades que não acrescentam valor, foi proposta a eliminação da atividade 1 e da atividade 2, ambas executadas no posto de trabalho representado por PT1 no *layout* inicial da linha, apresentado na Figura 18 da secção 4.2.2. Assim, os operadores responsáveis pela execução destas atividades foram alocados aos postos 1D e 1E, representados na Figura 58, de forma a desempenharem funções de embalagem de memos juntamente com os restantes operadores da linha.

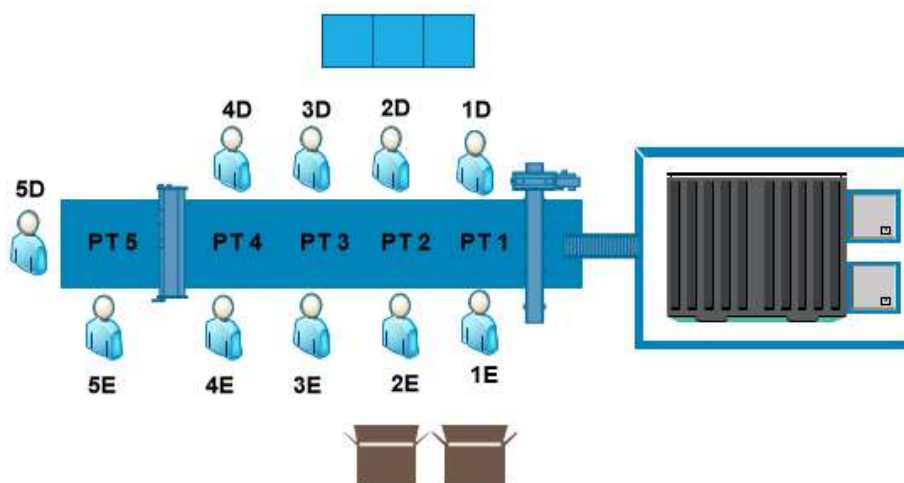


Figura 58 - Alteração do PT1 no layout da linha Process

Esta proposta implicou a alteração do *layout* da linha de embalagem de modo a tornar possível a mudança de posto de trabalho dos dois operadores. Assim, numa fase inicial, foi necessário aproximar o equipamento de aspiração à máquina de montagem, sendo que, para tal, foi indispensável o apoio técnico dos colaboradores do Departamento de Manutenção da empresa.

A mudança de posição do equipamento de aspiração encontra-se representada no esquema da Figura 59, onde é possível visualizar: (1) o estado inicial do equipamento de aspiração (à esquerda) e da máquina de montagem (à direita); (2) o estado final após a aproximação do equipamento de aspiração à máquina de montagem.

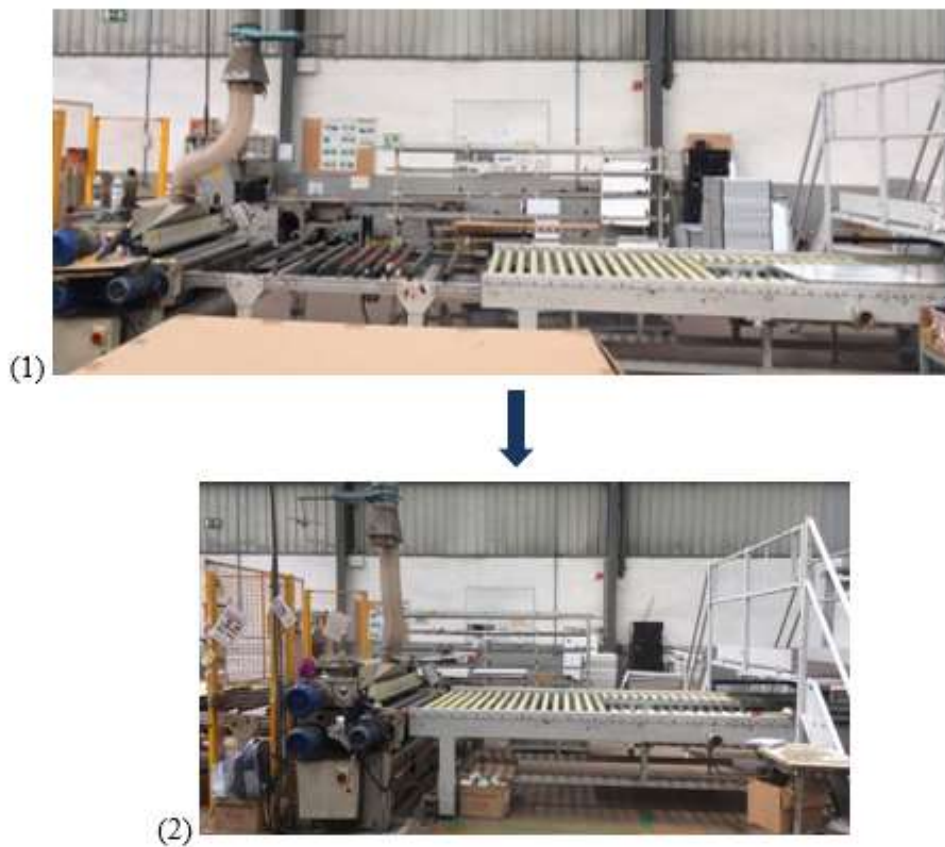


Figura 59 - Alteração da posição do equipamento de aspiração

Com esta alteração no *layout*, foi possível reduzir a distância existente entre o equipamento de aspiração e a máquina de montagem, sendo que inicialmente a distância era de cerca de 5,6 metros e reduziu para, aproximadamente, 3,2 metros. Consequentemente, o comprimento da restante linha de embalagem aumentou, o que tornou possível alocar os dois operadores aos postos 1D e 1E. Desta forma, eliminaram-se do fluxo produtivo duas atividades sem valor acrescentado, sem afetar o desempenho da linha Process.

Os dois operadores foram integrados na restante linha de embalagem manual e começaram a desempenhar funções juntamente com os restantes oito operadores. As operações realizadas na

linha de embalagem manual foram redistribuídas pelos dez operadores, com a total responsabilidade da chefe de linha.

As principais alterações verificaram-se nos postos de trabalho 2D, 2E, 3D e 3E, sendo possível consultar a redistribuição das operações pelos postos de trabalho a partir da Tabela 19, presente no Anexo V – Redistribuição das operações da linha de embalagem manual.

5.2.2 Instalação de sistema auxiliar para fecho das caixas

Na fase inicial deste projeto, após o memo ser colocado na caixa de embalagem e antes da caixa ser introduzida no equipamento de aplicação de fita-cola (responsável pelo fecho total da caixa de cartão), era necessário colocar fita-cola nas extremidades da caixa. As duas operadoras alocadas aos postos de trabalho 4D e 4E eram responsáveis por fechar as abas da caixa ao mesmo tempo que aplicavam fita-cola nas suas extremidades de forma a que a caixa não abrisse até ser inserida no equipamento de aplicação de fita-cola.

Esta atividade, para além de não acrescentar valor, é considerada uma operação de sobreprocessamento uma vez que é função do equipamento fechar totalmente a caixa de cartão, aplicando fita-cola ao longo da abertura das abas da caixa, de uma extremidade à outra. Como tal, a operação de aplicação manual de fita-cola nas extremidades da caixa é associada ao desperdício de sobreprocessamento.

Com o intuito de reduzir todo o desperdício associado a esta atividade, foi estudada uma solução para impedir a abertura das abas laterais da caixa durante a sua entrada no equipamento de aplicação de fita-cola. A proposta de melhoria apresentada baseia-se num sistema constituído por dois suportes em metal que permite manter as abas na posição horizontal durante a entrada no equipamento, tal como se pode visualizar na imagem da Figura 60.

Este sistema foi instalado à entrada do equipamento de fita-cola, sendo que as funções de montagem e instalação foram realizadas por colaboradores do Departamento de Manutenção, tendo por base as indicações necessárias para o correto funcionamento do sistema.

A altura do suporte é de cerca de 4 centímetros pois corresponde à espessura máxima dos memos embalados nesta linha, a largura é ajustável uma vez que esta medida difere mediante a largura do artigo produzido, assim verifica-se que o limite máximo de abertura é de cerca de 1,20 metros (valor correspondente à maior largura de memos).



Figura 60 - Sistema de fecho das abas laterais da caixa de cartão

Com a instalação deste sistema tornou-se possível a eliminação da atividade 22: “Colocar fita-cola nas extremidades”, assim como da atividade 21: “Ajustar caixa fechada”, uma vez que não se torna necessário fechar totalmente as abas da caixa.

Estas duas atividades sem valor acrescentado estão representadas no gráfico de fluxo do processo de embalagem (Figura 70), presente no Anexo I – Gráfico de análise do processo de embalagem. As operadoras alocadas aos postos de trabalho 4D e 4E são responsáveis por posicionar a barra de esferovite na lateral direita do memo (atividade 19); dobrar a aba do lado direito da caixa (atividade 20) e, por fim, rodar a caixa e inseri-la no equipamento de aplicação de fita-cola (atividade 23) com o auxílio do sistema instalado.

5.3 Balanceamento da linha de embalagem manual e alteração do *layout*

A necessidade de balancear a linha de embalagem manual surgiu, essencialmente, devido ao facto de a linha de embalagem não acompanhar o ritmo de produção da máquina de montagem de memos. O elevado desequilíbrio existente entre os tempos de ciclo de cada posto de trabalho demonstra uma distribuição pouco equilibrada das operações pelos dez postos de trabalho e uma baixa produtividade (10,5 memos/hora-homem), tal como foi apresentado na secção 4.3.4.

Uma vez que o *takt time* associado à linha Process ($TT = 47,57$ segundos/memo) é bastante superior aos tempos de ciclo de cada posto de trabalho, redefiniu-se como objetivo balancear as operações da linha de forma a aproximar, o máximo possível, os tempos de ciclo de cada posto ao tempo de ciclo da máquina de montagem de memos ($TC = 18$ segundos/memo).

Considerando a nova meta estabelecida como o *takt time* imposto pela máquina de montagem de memos, tornou-se necessário embalar um memo a cada 18 segundos de forma a responder eficientemente ao objetivo pretendido.

Tal como foi explicado na secção 5.2, algumas atividades sem valor acrescentado para o produto foram eliminadas do fluxo produtivo, traduzindo-se numa redução de cerca de 16,87 segundos em tempo despendido na execução de tarefas. A implementação desta medida permitiu reduzir substancialmente a carga de trabalho a distribuir. Atendendo a esta alteração, o tempo de processamento associado ao modelo mais produzido na linha Process, cuja medida de memos é 180x120 cm, é de cerca de 177,25 segundos.

Com um tempo de processamento de 177,25 segundos e assumindo um *takt time* de 18 segundos/memo, foi possível analisar o número de operadores necessários de forma a alcançar o objetivo proposto. O número de operadores foi determinado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Núm. Operadores} = \frac{\text{Tempo de Processamento}}{\text{Takt Time}} = \frac{177,25 \text{ seg}}{18 \text{ seg}} = 9,85 \approx 10 \text{ oper.}$$

Para a concretização do balanceamento da linha de embalagem foi definido como principal critério a distribuição equilibrada da carga de trabalho pelos dez operadores da linha. O resultado da distribuição das operações pelos postos de trabalho encontra-se apresentada na Tabela 20 do Anexo VI – Distribuição das operações pelos postos de trabalho após balanceamento da linha de embalagem manual.

O gráfico da Figura 61 mostra os resultados obtidos da distribuição da carga de trabalho pelos cinco postos de trabalho do lado direito da linha, onde é possível constatar o equilíbrio dos tempos de ciclo de cada posto de trabalho relativamente ao *takt time*, representado pela linha horizontal. O posto 5D é o que apresenta maior desfasamento relativamente ao *takt time*, esta situação deve-se ao facto de não ser possível alterar as operações do fluxo produtivo deste posto de trabalho.



Figura 61 - Tempos de ciclo e takt time dos PT do lado direito da linha de embalagem

Relativamente aos postos de trabalho do lado esquerdo da linha é possível verificar, através da análise do gráfico apresentado na Figura 62, o equilíbrio dos tempos de ciclo de cada posto em relação ao *takt time*, representado pela linha horizontal.



Figura 62 - Tempos de ciclo e *takt time* dos PT do lado esquerdo da linha de embalagem

A partir da análise dos dois gráficos, é possível concluir que, para além do equilíbrio existente entre os tempos de ciclo dos postos de cada lado da linha, verifica-se um equilíbrio dos tempos de ciclo relativamente aos postos que executam as operações frente-a-frente e em simultâneo.

Este equilíbrio deve-se ao facto de a maioria das operações executadas na linha serem realizadas em cooperação com o posto que se encontra na sua posição frontal, assim, o operador alocado ao posto 1D executa tarefas comuns e em simultâneo com o operador do posto 1E. O mesmo acontece com os restantes quatro postos de trabalho.

A proposta de balanceamento apresentada sugere a alteração do *layout* da linha de embalagem manual. De salientar que este balanceamento se realizou a partir da proposta de *layout* apresentada na Figura 58 da secção 5.2.1.

Como se pode verificar no esquema representado na Figura 63, a disposição do PT2 passa a ser fora da linha de embalagem manual, numa posição adjacente a esta. Esta alteração tem como principal objetivo reduzir os tempos de espera entre os postos de trabalho da linha de embalagem manual, permitindo, assim, aumentar o fluxo produtivo da linha.

Nos *layouts* apresentados na Figura 63, as caixas castanhas representam paletes de placas de cartão, internas e externas, que formam as caixas de embalagem de memos. Inicialmente, as placas de cartão encontravam-se dispostas uma ao lado da outra e ambas eram manuseadas pelos operadores 1E e 2E que, em simultâneo, as sobrepunham e colocavam sobre a linha de embalagem manual.

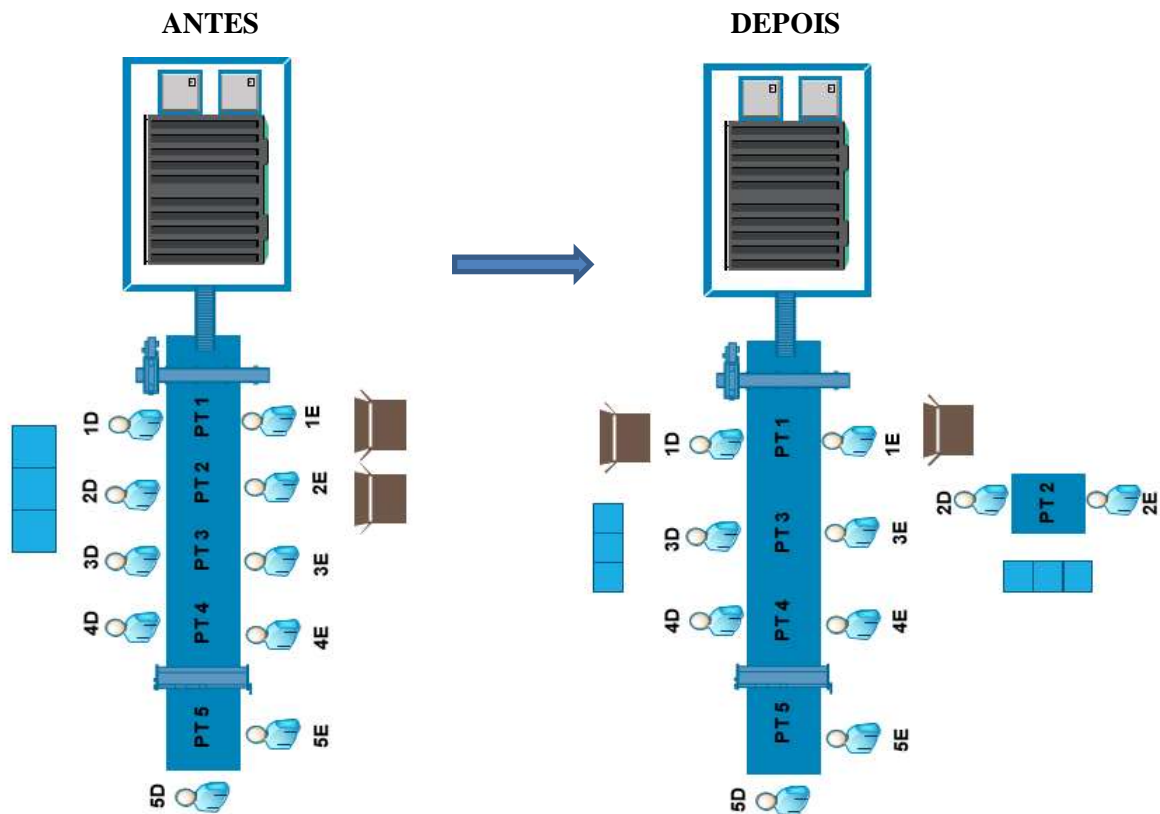


Figura 63 - Alteração do layout da linha Process com a implementação do balanceamento

Com a alteração verificada, os operadores 2D e 2E tornam-se responsáveis por pegar na placa interna de cartão (colocada à esquerda do operador 2D) e colocá-la sobre a mesa de trabalho; o operador 2D coloca os acessórios em cima da placa de cartão e, de seguida, dobra a extremidade da placa interna com os acessórios no interior; o operador 2E coloca os papéis de instrução no centro da placa interna de cartão e, de seguida, dobra a extremidade da placa interna do lado sem acessórios.

No fim, ambos os operadores transportam a placa interna de cartão, com os acessórios incorporados, até ao PT1 onde, com a ajuda dos operadores 1D e 1E, é colocada sobre a placa externa de cartão (cujas paletes se encontra atrás do operador 1D), previamente colocada na linha pelo operador 1D. De seguida, o memo sai da máquina de montagem e é colocado sobre as duas placas, pelos operadores 1D e 1E.

Para se efetuar a alteração relativamente à posição do PT2, no *layout* da linha Process, foi necessário: colocar uma mesa de trabalho na respetiva área do PT2; colocar uma estante mais pequena na lateral da mesa para o abastecimento de acessórios e de papéis de instrução; reorganizar a posição dos restantes operadores na linha de embalagem manual e, por fim, alterar a posição das paletes das placas de cartão no chão de fábrica.

5.4 Plano de formação e programa de rotatividade dos operadores

Através da construção da matriz de competências apresentada na secção 4.3.5, constatou-se a falta de polivalência dos operadores da linha de embalagem manual, a qual impede a ocorrência de rotatividade dos operadores pelos postos de trabalho.

Associado a este problema está o facto de os trabalhadores terem pouca formação, verificando-se que alguns apenas têm o conhecimento necessário à execução das operações do seu posto de trabalho. A falta de polivalência e rotatividade torna o trabalho diário monótono, o qual provoca desânimo nos trabalhadores, aumenta os níveis de fadiga e conduz a uma baixa eficiência e flexibilidade da linha (Roldão & Ribeiro, 2004).

De modo a aumentar as aptidões dos operadores relativamente às operações de embalagem de memos, foi proposta a concretização de ações de formação para todos os trabalhadores da linha, mediante as necessidades de cada um. Apesar de haver operadores capazes de dar formação, reconhece-se que a chefe de linha é a colaboradora com mais conhecimento acerca de todo o processo e com maior capacidade para realizar as sessões de formação.

Posto isto, propôs-se a realização da formação durante o período de uma semana, sendo necessário cerca de 15 minutos no início do turno de trabalho, em cada um dos dias da semana.

Com base na matriz de competências anteriormente realizada (secção 4.3.5), foi elaborado o plano de formação apresentado na Tabela 11, onde constam os temas prioritários tendo em conta as necessidades de aprendizagem mais relevantes para a execução das operações de embalagem. De salientar que este plano tem como alvo os operadores que demonstram menor aptidão para a concretização de determinadas tarefas.

Com a realização das sessões de formação pretende-se que todos os operadores da linha estejam aptos a executar as diversas operações inerentes ao processo de embalagem de memos, permitindo, assim, a implementação de um sistema de rotatividade dos operadores pelos postos de trabalho da linha.

Tabela 11 - Plano de formação dos operadores da linha de embalagem manual

Plano de formação					
Sessão de Formação	Formador	Formandos	Método	Local	Dia / Hora
▪ Seleção das referências corretas de acessórios	Chefe de linha	1D, 1E, 2D, 2E, 3E, 4D, 4E, 5D, 5E	Experiência prática	Linha de embalagem	Segunda-feira 7h00 - 7h15
▪ Seleção de papéis de instrução	Chefe de linha	1D, 1E, 2D, 2E, 3E, 4D, 4E, 5D, 5E	Experiência prática	Linha de embalagem	Terça-feira 7h00 - 7h15
▪ Seleção dos autocolantes para cada cliente	Chefe de linha	2D, 2E, 3D, 3E, 4D, 4E, 5D, 5E	Experiência prática	Linha de embalagem	Quarta-feira 7h00 - 7h15
▪ Utilização do equipamento de fecho de caixas	Chefe de linha	1D, 1E, 2D, 2E, 3D, 3E, 5D, 5E	Experiência prática	Linha de embalagem	Quinta-feira 7h00 - 7h15
▪ Colocação de caixas em paletes e seleção dos autocolantes para caixas	Chefe de linha	1D, 1E, 2D, 2E, 3D, 3E, 4D, 4E	Experiência prática	Linha de embalagem	Sexta-feira 7h00 - 7h15

A proposta de rotatividade apresentada baseia-se na tentativa de equilibrar o tempo total de trabalho, de cerca de 8 horas por turno diário, pelos postos de trabalho existentes, tendo por base a proposta de *layout* apresentada na Figura 63 da secção 5.3 (imagem do lado direito). Assim, foi sugerido que os dois trabalhadores alocados a cada um dos cinco postos de trabalho duplos (postos constituídos por dois operadores a executar tarefas em simultâneo, frente-a-frente), passassem para o posto de trabalho seguinte ao fim de 1,6 horas (96 minutos), de acordo com o fluxo produtivo.

O programa de rotatividade apresentado encontra-se na Tabela 12, onde está descrito o horário de permanência em cada posto de trabalho da linha. De forma a facilitar a distribuição temporal, foi sugerido que cada par de trabalhadores (de cada posto de trabalho duplo) permanecesse cerca de 1 hora e 30 minutos em cada um dos cinco postos (arredondando-se o valor de 1,6 horas para 1,5 horas). O restante tempo foi acrescentado ao período das 11h30 às 14h00, que contempla o tempo de almoço (das 12h às 12h30), a hora e meia prevista para este período e, ainda, a meia hora restante.

Através da implementação de um sistema de rotatividade pretende-se criar melhores condições de trabalho, aumentar o espírito de equipa e entreajuda, aumentar a autonomia dos operadores, diminuir a monotonia sentida na realização de tarefas repetitivas e, ainda, evitar lesões músculo-esqueléticas derivadas da permanência prolongada no mesmo posto de trabalho.

Tabela 12 - Programa de rotatividade dos operadores da linha de embalagem manual

Operadores	Horário de Rotatividade				
	7h00 - 8h30	8h30 - 10h00	10h00 - 11h30	11h30 - 14h00	14h00 - 15h30
1D e 1E	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5
2D e 2E	PT2	PT3	PT4	PT5	PT1
3D e 3E	PT3	PT4	PT5	PT1	PT2
4D e 4E	PT4	PT5	PT1	PT2	PT3
5D e 5E	PT5	PT1	PT2	PT3	PT4

5.5 Integração do controlo da qualidade na linha Process

O controlo da qualidade dos memos produzidos na linha Process é realizado, através de inspeções ao produto acabado, por duas colaboradoras do Departamento de Qualidade que verificam a conformidade do produto no final de todo o processo de montagem e embalagem de memos.

Tal como foi explicado na secção 4.3.8, apesar de haver vários pontos de controlo na linha de embalagem manual, verifica-se que estes não são eficientes uma vez que os operadores não garantem a correta verificação do material. Desta forma, torna-se necessário realizar um controlo de qualidade mais restrito de modo a garantir a conformidade do produto.

No entanto, considera-se que o processo de controlo de qualidade adotado atualmente pela gestão de topo acarreta um elevado custo para a empresa, ao qual está associado um elevado desperdício de recursos e de tempo. Tal como foi descrito anteriormente, na secção 4.3.8, este controlo é realizado na zona de inspeção, no fim do processo produtivo, o que implica desembalar os memos a inspecionar e, no fim, voltar a embalá-los. Por vezes, torna-se necessário transportá-los de novo para a linha Process, para que sejam retificados os defeitos detetados.

Considerando o elevado desperdício associado às inspeções de qualidade, foi sugerida uma proposta de melhoria à empresa que se baseia na integração do controlo da qualidade ao longo do processo produtivo. Assim, e tendo em conta o facto de que os erros devem ser detetados o mais cedo possível, de forma a evitar que estes avancem no fluxo produtivo, foram definidas duas áreas de atuação na linha de embalagem manual.

Estas áreas de atuação permitem obter um conhecimento geral acerca da qualidade do produto, à medida que vão sendo executadas as operações inerentes ao processo. Desta forma, torna-se possível corrigir os erros detetados enquanto o memo permanece na linha de embalagem

manual. Na Figura 64 é apresentado um *layout* da linha Process, com a representação das respectivas áreas de atuação do controlo da qualidade.

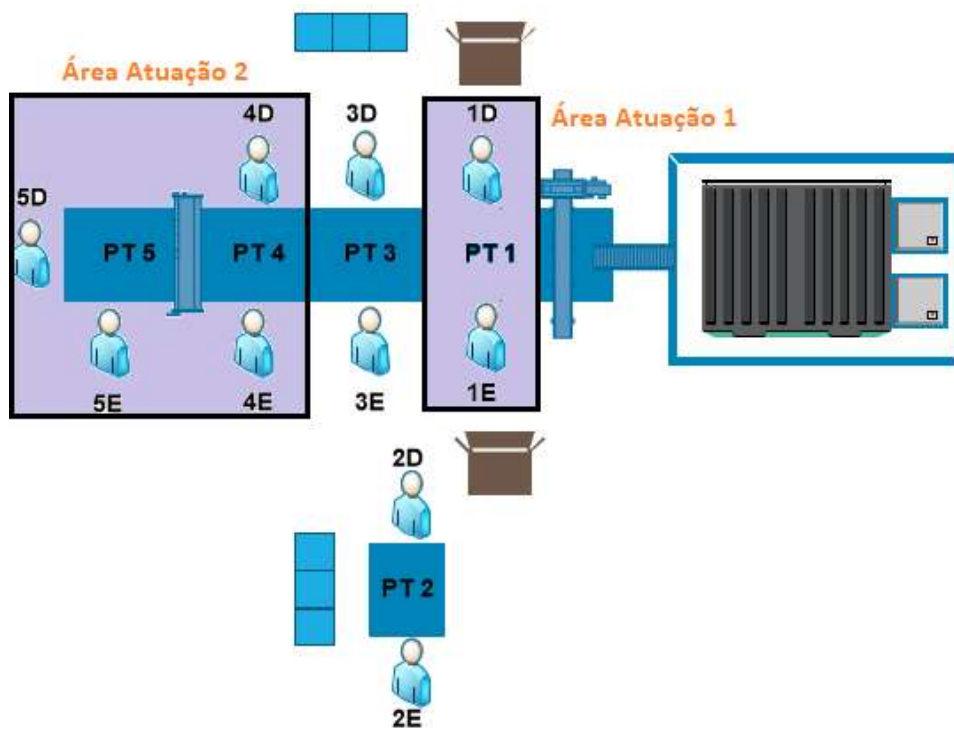


Figura 64 - Áreas de atuação do controlo da qualidade na linha Process

A primeira área de atuação será localizada junto ao PT1, onde será possível verificar a qualidade do memo após o processo de montagem na máquina automática. Mais especificamente, nesta área de atuação será possível verificar a conformidade dos memos relativamente à limpeza dos planos, à existência de defeitos nos perfis de alumínio e, ainda, à existência de defeitos nos memos, provocados pela máquina de montagem.

A segunda área de atuação será localizada junto ao PT4 e PT5, de forma a permitir verificar a correta colocação dos acessórios e dos papéis de instrução no memo, conferir a colocação dos autocolantes nas caixas de cartão à saída do equipamento de aplicação de fita-cola e, ainda, observar a possível ocorrência de defeitos, provocados pelo equipamento, durante o fecho das caixas.

Com o intuito de manter o mesmo número de recursos humanos na realização das inspeções de qualidade, sugere-se que cada uma das colaboradoras do Departamento de Qualidade seja responsável por uma área de atuação. Desta forma, as colaboradoras terão a seu cargo um conjunto de funções respeitantes a cada área, de modo a verificarem as características pretendidas no produto para se garantir a conformidade do mesmo.

Uma vez que é necessário verificar uma amostra de 10 unidades em cada palete de 33 memos, sugere-se que, durante a produção de 33 memos seguidos, seja adotado o mesmo método de inspeção descrito na secção 4.3.8. Assim, em cada conjunto de 33 memos produzidos, serão observados os seis primeiros, seguidos de dois memos selecionados aleatoriamente do meio e, por fim, serão verificados os dois últimos memos produzidos.

No caso de o produto não estar de acordo com as especificações de qualidade estabelecidas ou com os requisitos do cliente, a situação será reportada, de imediato, à chefe de linha, permitindo assim, uma resposta rápida e eficiente relativamente à execução das ações corretivas necessárias.

Com a integração do controlo da qualidade na linha Process, torna-se possível eliminar totalmente o transporte de memos entre a linha e a zona de inspeção, uma vez que esta área deixa de existir no chão de fábrica, como é possível visualizar através do esquema representativo da Figura 65.

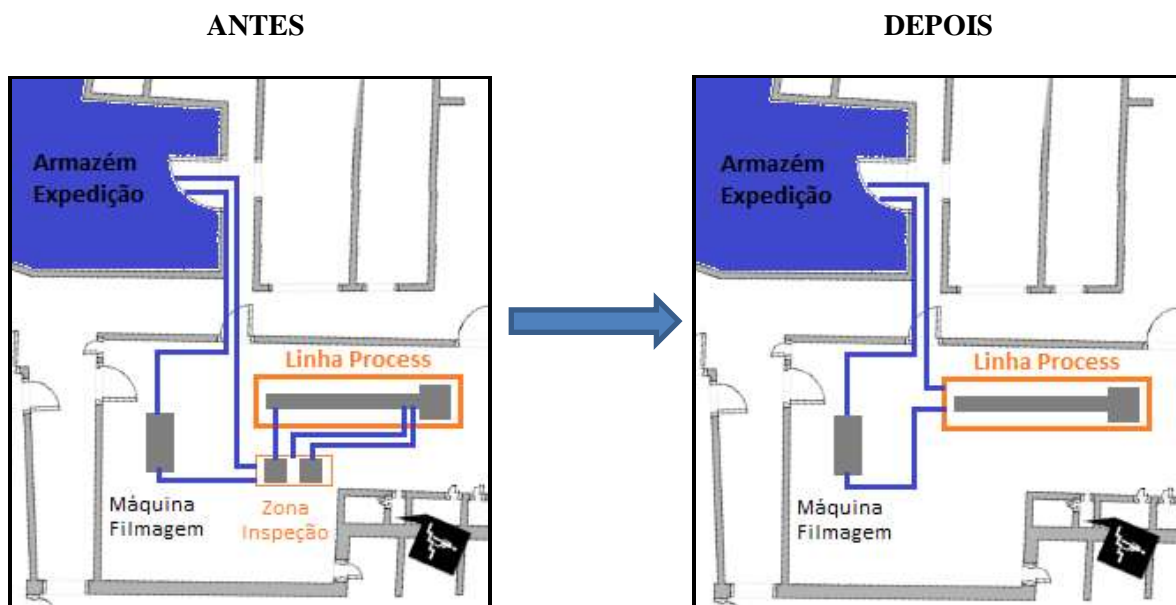


Figura 65 - Eliminação da zona de inspeção com a integração do controlo da qualidade na linha

Assim, após a validação da conformidade do produto na linha de embalagem manual, este pode seguir no fluxo produtivo até à máquina de filmagem de memos ou até ao armazém de expedição, mediante as especificações das ordens de produção. Esta situação está representada na imagem do lado direito do esquema da Figura 65.

Com a implementação desta proposta de melhoria, pretende-se reduzir o desperdício associado ao processo de inspeção adotado pela empresa, o qual se encontra atualmente em vigor. Pretende-se assim, eliminar totalmente o transporte dos memos entre a linha Process e a zona

de inspeção; reduzir o tempo despendido pelas colaboradoras nas operações de inspeção, no tempo de preparação das inspeções e, ainda, no tempo de transporte dos memos; eliminar o desperdício de material como cartão e fita-cola, associado à abertura das caixas de cartão com memos no interior, para que seja possível inspecionar o respetivo memo.

5.6 Substituição da placa interna de cartão por uma caixa de acessórios

Um dos pontos a melhorar foi a produção de caixas de cartão para embalar os memos produzidos na linha Process. Estas caixas são constituídas por duas placas de cartão sobrepostas (uma interna e outra externa) que, após o processo de dobragem, através da vincagem das placas, formam a caixa de embalagem. Tal como foi explicado na secção 4.3.9, este formato de caixas concebido pela empresa, constituía um elevado desperdício de cartão.

Desta forma, e tendo em conta os custos que este desperdício de cartão representava para a empresa, foi apresentada uma proposta de melhoria relativamente à conceção das caixas de embalagem de memos da linha de embalagem manual.

A sugestão de melhoria baseia-se na eliminação da placa interna de cartão, uma vez que a funcionalidade prática desta placa pode ser substituída por um sistema mais económico. Numa das extremidades da placa interna de cartão são incorporados os acessórios do memo, sendo que, não se verifica a necessidade de conceção de uma placa inteira para esse efeito.

Assim, a proposta apresentada consiste na produção de pequenas caixas de acessórios (Figura 66) que, serão colocadas sobre a placa externa de cartão (Figura 67), durante o processo de embalagem de memos, permitindo, assim, a total eliminação da produção de placas internas de cartão.



Figura 66 - Caixa pequena de acessórios



Figura 67 - Memo embalado com caixa de acessórios

Como é possível visualizar na imagem da Figura 67, numa das extremidades da placa externa de cartão é colocada a pequena caixa de acessórios (caixa de cartão) e, na outra extremidade da placa, é colocada uma barra de esferovite com as mesmas dimensões da caixa de acessórios, de forma a manter o memo seguro e equilibrado no interior da embalagem de cartão.

Este formato de caixas de acessórios é utilizado, atualmente, numa linha de embalagem de memos de menores dimensões, localizada noutra secção produtiva da empresa. Estas caixas de acessórios possuem uma medida *standard*, uma vez que os memos embalados nesta linha são apenas de uma medida (90x60 cm).

No caso da linha Process, seria necessário produzir caixas de acessórios e barras de esferovite com várias medidas, mediante as respetivas dimensões dos memos produzidos nesta linha. Assim, e como é possível observar na Figura 67, o comprimento da caixa de acessórios assim como o comprimento da barra de esferovite terão de corresponder à largura do memo a embalar. Desta forma, será possível preencher o espaço total da largura da caixa de embalagem.

5.7 Colocação de tampa na extremidade do equipamento de cola quente

Tal como foi descrito na secção 4.3.9, mais concretamente na subsecção 4.3.9.2, existe um elevado desperdício de cola associado ao equipamento de aplicação de cola quente, quando este não está em funcionamento. Esta situação verifica-se devido ao facto de os operadores terem retirado a peça responsável pelo impedimento do escoamento de cola quando o equipamento está em repouso.

Os operadores retiraram a peça incorporada no equipamento com o intuito de facilitar o seu manuseamento, dado que, por vezes, se verificava um elevado tempo de espera até que a cola quente saísse do equipamento. Posto isto, e sabendo que é do conhecimento da chefe de linha a dificuldade em manusear o equipamento com a incorporação da referida peça, foram estudadas possíveis soluções para o problema do desperdício de cola.

O equipamento permanece em repouso numa mesa de apoio, com o auxílio de um suporte metálico incorporado na máquina, tal como como foi demonstrado na Figura 45 da secção 4.3.9. A posição de repouso coincide com a direcção do fluxo de escoamento de cola, sendo que, após a utilização do equipamento, a cola, ainda quente, escorre e acumula-se sobre o tampo da mesa.

Numa tentativa de contrariar esta situação, foi estudada a hipótese de desenvolver um suporte metálico que permitisse a colocação do equipamento em repouso na posição contrária ao fluxo

do escoamento. No entanto, verificou-se que a referida posição poderia danificar o material, uma vez que a cola iria escorrer para o interior do mesmo.

Posto isto, concluiu-se que esta hipótese não era viável e, como tal, foi analisada uma alternativa que se baseia na conceção de um mecanismo de fecho, mais especificamente, uma tampa para a extremidade do equipamento.

Assim, a proposta de melhoria apresentada centra-se na conceção de uma tampa que permita vedar totalmente o orifício de saída de cola (Figura 68). Para tal, foi desenvolvido um protótipo da peça pretendida, representada na Figura 69 (peça a cinzento escuro), cujo material constituinte poderá ser de metal ou de nylon. A peça a cinzento claro é uma representação da extremidade do equipamento de aplicação de cola quente.



Figura 68 - Extremidade do equipamento de cola quente



Figura 69 - Protótipo de tampa para extremidade do equipamento

Para a conceção da peça apresentada será essencial a colaboração do Departamento de Manutenção da empresa, no sentido de desenvolver uma tampa com as dimensões necessárias para o encaixe na extremidade do equipamento. Como é possível verificar na Figura 69, a peça referente à tampa (cinzento escuro) apresenta uma saliência com um furo, cujo efeito pretendido é colocar um elástico que permita segurar a tampa ao equipamento, evitando a sua perda durante o manuseamento do mesmo.

Com a criação deste mecanismo de fecho (tampa), será possível reverter a situação inicial da remoção da peça do equipamento além de que, permitirá manter o bom manuseamento do mesmo por parte dos operadores, sem comprometer a gestão eficiente dos recursos. Desta forma, é necessário que, após cada utilização do equipamento, o operador seja responsável pela colocação da tampa antes de colocar o equipamento em repouso.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo, é realizada uma análise aos resultados obtidos, assim como aos resultados esperados com a implementação das propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior. De salientar que, ao longo do desenvolvimento do presente projeto, algumas propostas não foram implementadas, entre as quais se destacam: o plano de formação e o programa de rotatividade dos operadores; a integração do controlo da qualidade na linha Process; a substituição da placa interna de cartão por uma caixa de acessórios e, por fim, a colocação de uma tampa na extremidade do equipamento de cola quente.

6.1 Maior organização e limpeza da linha de embalagem manual

A implementação da ferramenta 5S permitiu aumentar a organização e arrumação da linha e, consequentemente, aumentar a segurança no ambiente de trabalho. A definição de locais apropriados para a colocação de ferramentas e de materiais permitiu melhorar o espaço produtivo, reduzir desperdícios, evitar a ocorrência de acidentes de trabalho e, ainda, evitar perdas de material.

A organização da estante de acessórios, assim como, a atualização dos códigos de identificação das respetivas caixas de abastecimento, permitiu alcançar um melhor desempenho no trabalho, uma vez que, foi possível reduzir o desperdício associado ao tempo despendido pelos operadores à procura da referência correta de acessórios e, ainda, permitiu reduzir o número de ocorrência de erros na colocação da referência pretendida de acessórios nas caixas de embalagem de memos.

A criação de um quadro informativo *Lean*, permitiu melhorar a gestão visual da linha e, proporcionou ainda, uma maior interação entre a chefe de linha e os operadores. Desta forma, foi possível aumentar a motivação de todos os colaboradores na execução das suas tarefas diárias e, consequentemente, melhorar o desempenho produtivo da linha Process.

A criação de documentação como listas de acessórios e de ferramentas, assim como a respetiva fixação no espaço fabril, permitiu aumentar o controlo visual na linha e possibilitou que todos os colaboradores obtivessem conhecimento acerca de todo o material existente na linha, bem como de todas as ferramentas disponíveis no espaço fabril.

Assim, concluiu-se que com a implementação das propostas de melhoria mencionadas, foi possível reduzir a ocorrência de erros durante a execução das tarefas, diminuir a probabilidade de enganos na seleção de material, reduzir a perda de ferramentas, evitar o risco de ocorrência

de acidentes de trabalho e, ainda, aumentar a motivação de todos os colaboradores na execução das suas tarefas diárias.

6.2 Eliminação de operações sem valor acrescentado

Como foi descrito na secção 5.2.1, com a aproximação do equipamento de aspiração à máquina de montagem de memos e, conseqüentemente, com a alocação de dois operadores para a linha de embalagem manual, foi possível eliminar duas atividades sem valor acrescentado para o produto.

Da mesma forma, como foi descrito na secção 5.2.2, com a instalação de um sistema auxiliar para o fecho das caixas de embalagem, foi possível eliminar duas atividades sem valor acrescentado para o produto. Com esta implementação, tornou-se ainda possível, facilitar o processo de inserção das caixas de cartão no equipamento de aplicação de fita-cola.

A eliminação destas quatro atividades sem valor acrescentado do fluxo produtivo, permitiu reduzir cerca de 17 segundos no tempo total de execução das operações, por cada memo embalado na linha. Desta forma e, sabendo que, em média, são embalados cerca de 105 memos/hora, torna-se possível constatar que, durante um dia de trabalho de 8 horas, verifica-se uma redução aproximada de 14280 segundos, ou seja, de 238 minutos (aproximadamente 3,97 horas). Isto significa quase meio dia de trabalho (4 horas) que pode ser aproveitado para fazer atividades que realmente acrescentam valor ao produto.

As quatro atividades eliminadas do fluxo produtivo eram executadas por quatro operadores da linha. Posto isto, e considerando que a empresa acarreta um custo de 6,5 euros por hora, por cada operador, torna-se possível concluir que, com a implementação desta proposta de melhoria, é esperado que a empresa obtenha um ganho de, aproximadamente, 103,22 euros por cada dia de trabalho.

6.3 Aumento da taxa de produção, da produtividade e redução do tempo de atravessamento

Com a concretização do balanceamento da linha de embalagem manual e, conseqüentemente, com a alteração do respetivo *layout*, foi possível melhorar a eficiência da linha Process, sendo que as principais melhorias obtidas com esta implementação foram as seguintes:

- Redução do desequilíbrio existente entre os TC de cada posto de trabalho, de ambos os lados da linha – a diferença máxima verificada era de 16 segundos, ao contrário da diferença atual de 9 segundos;
- Redução do desequilíbrio existente entre os TC dos postos de trabalho frontais (que executam tarefas simultâneas e frente-a-frente) – a diferença máxima verificada era de 12,86 segundos (do posto 2D relativamente ao posto 2E), ao contrário da diferença atual de apenas 0,31 segundos;
- Sincronismo entre a linha de embalagem manual e a máquina de montagem de memos – aproximação do TC da linha de embalagem ao TC da máquina (TC = 18 segundos);
- Redução significativa do desfasamento entre os TC dos postos de trabalho e o TT redefinido pela empresa (TT = TC máquina = 18 segundos), embora se verifique que os TC de alguns postos de trabalho estão ligeiramente acima do TT (o que compromete a resposta à procura);
- Redução dos tempos de espera entre os postos de trabalho da linha de embalagem manual – redução de cerca de 1 minuto e 16 segundos no tempo total de atravessamento de um memo na linha Process.

Os ganhos obtidos foram quantificados a partir das medidas de desempenho utilizadas na secção dos alumínios. Assim, tendo por base a análise dos registos diários de produção foi possível obter a informação apresentada na Tabela 13.

Os dados apresentados na Tabela 13, relativos ao período prévio à implementação do balanceamento da linha, dizem respeito aos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017. Por sua vez, os dados referentes ao período após a realização do balanceamento são referentes aos meses de junho e julho de 2018.

Tabela 13 - Ganhos obtidos com o balanceamento da linha de embalagem manual

Medidas de Desempenho	Antes do balanceamento	Após o balanceamento
Taxa de produção média (memos/hora)	105	132
Produtividade (memos/hora-homem)	10,5	13,2
Tempo médio de atravessamento da linha	2 min e 46 seg	1 min e 30 seg

6.4 Redução da monotonia e aumento da autonomia

A proposta de melhoria apresentada na secção 5.4 não foi implementada na linha de embalagem manual, no entanto, a gestão de topo da empresa demonstrou-se interessada na realização de ações de formação e, consecutivamente, na implementação do programa de rotatividade proposto. A implementação destas duas medidas será concretizada na linha de embalagem manual no desenvolvimento de um projeto futuro da empresa.

A rotatividade dos operadores na linha permitirá eliminar a monotonia existente na execução de operações repetitivas, aumentar a autonomia dos operadores, melhorar o espírito de equipa e entreajuda e, ainda, evitar a ocorrência de lesões músculo-esqueléticas.

Relativamente às ações de formação, estas irão permitir aumentar o conhecimento de todos os colaboradores da linha, bem como melhorar a aptidão de cada operador em relação à execução das operações inerentes ao processo de embalagem de memos. Assim, tornar-se-á possível a implementação do programa de rotatividade dos operadores pelos diferentes postos de trabalho da linha. O plano de formação foi desenvolvido e afixado no quadro informativo *Lean*, junto à matriz de competências, de forma a que todos os colaboradores tenham conhecimento das suas competências e das respetivas necessidades de formação.

6.5 Redução de tempos de transporte de material e dos prazos de entrega

A proposta de melhoria relativamente à integração do controlo da qualidade na linha Process, descrita na secção 5.5, foi apresentada à gestão de topo da empresa, nomeadamente ao Diretor de Produção e aos colaboradores do Departamento de Qualidade. Apesar do interesse demonstrado, a empresa decidiu não avançar com a implementação da medida durante o período de desenvolvimento do presente projeto.

Apesar disso, é exequível fazer uma estimativa relativamente aos benefícios que esta implementação poderá proporcionar à empresa. O esquema representativo da Figura 65 apresentada na secção 5.5 permite verificar que a integração do controlo da qualidade na linha (através da criação de duas áreas de atuação na linha de embalagem manual) permitirá a total eliminação do transporte de memos entre a linha Process e a zona de inspeção, uma vez que esta área deixaria de existir no chão de fábrica.

As principais melhorias que se poderão obter com a implementação da proposta apresentada são as seguintes:

- Eliminação do transporte de memos não conformes, desde a zona de inspeção até à linha Process, assim como, a eliminação do transporte dos memos retificados, desde a linha Process até à zona de inspeção;
- Eliminação do transporte das paletes reprovadas, desde a zona de inspeção até à linha Process, assim como a eliminação do transporte das paletes retificadas desde a linha Process até à zona de inspeção;
- Redução do tempo despendido nas operações de inspeção através da eliminação de tempos de preparação e da eliminação de operações de retrabalho a abrir e a fechar caixas com memos;
- Eliminação de desperdício de material (cartão e fita-cola) associado às operações de retrabalho a abrir e a fechar as caixas de memos;
- Redução no tempo despendido pelas colaboradoras de inspeção em deslocações e em transporte de material;
- Redução dos atrasos nos prazos de entrega das encomendas aos clientes - devido ao elevado tempo de espera do produto acabado, no chão de fábrica, para a realização das inspeções da qualidade.

De forma a quantificar as possíveis melhorias associadas à implementação desta proposta, foi construída a Tabela 14 com informações acerca do processo de inspeção adotado atualmente pela empresa, tais como: a distância total percorrida durante o transporte de memos não conformes, o tempo total do transporte e o tempo despendido na execução das ações corretivas.

Tabela 14 - Transporte do produto não conforme nas inspeções da qualidade (1 ocorrência)

Situação de não conformidade	Transporte do produto não conforme (1 ocorrência)				
	Distância total percorrida	Tempo transporte	Meio de transporte	Tempo ações corretivas	Recursos humanos
Memo com defeito	72 m	3 min	à mão (2 pessoas)	2 min	1 pessoa
Palete reprovada	52 m	3 min	porta - paletes (1 pessoa)	20 min	10 pessoas

Considerando que, durante um turno de trabalho, de cerca de 8 horas diárias, durante a inspeção de memos são detetados, em média, cinco unidades de produto não conforme, conclui-se que, ao fim de uma semana são detetadas 25 unidades de memos não conformes. Por sua vez, durante uma semana de trabalho, são reprovadas, em média, cerca de 4 paletes com 33 memos cada. De salientar que as inspeções realizadas aos produtos da linha Process são apenas executadas durante o primeiro turno de trabalho.

A partir do número de ocorrências de deteção de produto não conforme, durante as inspeções de qualidade, foi possível construir a Tabela 15, onde estão apresentados os valores referentes à quantificação das distâncias totais percorridas, do tempo total de transporte dos memos não conformes e, ainda, dos tempos de execução das respetivas ações corretivas, durante um período de tempo de uma semana e, posteriormente, de um mês.

Tabela 15 - Transporte do produto não conforme nas inspeções da qualidade (várias ocorrências)

Situação de não conformidade	Transporte do produto não conforme (várias ocorrências)		
	Uma semana		
	Distância total percorrida	Tempo transporte	Tempo ações corretivas
Memo com defeito	72 m x 5 x 5 dias = 1800 m	3 min x 5 x 5 dias = 75 min	2 min x 5 x 5 dias = 50 min
Palete reprovada	52 m x 4 = 208 m	3 min x 4 = 12 min	20 min x 4 = 80 min
	Um mês		
Memo com defeito	1800 m x 4 sem = 7200 m = 7,2 km	75 min x 4 sem = 300 min = 5 h	50 min x 4 sem = 200 min = 3,3 h
Palete reprovada	208 m x 4 sem = 832 m	12 min x 4 sem = 48 min	80 min x 4 sem = 320 min

Considerando que a empresa acarreta um custo de 6,5 euros por hora, por operador, e, sabendo que, durante um mês cerca de 5 horas e 48 minutos (5,8 horas) são despendidos no transporte de produto não conforme por 3 operadores, conclui-se que a empresa acarreta um custo total

em mão-de-obra, pelos 3 operadores, de 113,10 euros por mês, durante o transporte de produto não conforme entre a zona de inspeção e a linha Process.

Durante um mês, aproximadamente 8,7 horas são despendidas na execução de ações corretivas nos memos não conformes, por 11 operadores da linha, o que permite concluir que a empresa acarreta um custo total em mão-de-obra, pelos 11 operadores, de 622,05 euros por mês, durante a execução de operações consideradas retrabalho.

Assumindo uma estimativa de cerca de 15 minutos em tarefas de preparação para a realização das inspeções na zona de inspeção de memos, ao fim de um mês são cerca de 300 minutos (5 horas) que as duas colaboradoras despendem nestas atividades. Assim, e considerando que a empresa acarreta um custo de 6,5 euros por hora, por operador, conclui-se que o custo total acarretado pela empresa em mão-de-obra, pelas duas colaboradoras, ao fim de um mês, é de 65 euros.

Relativamente ao custo associado às operações de retrabalho realizadas pelas colaboradoras do Departamento de Qualidade, na zona de inspeção de memos, não foi possível obter uma estimativa fiável, pelo que não consta neste estudo. Também não foi possível estimar o custo associado ao desperdício de material (cartão e fita-cola) que se verifica durante as inspeções.

Como conclusão, com a implementação da proposta de melhoria apresentada, ao fim de um mês de trabalho a empresa obteria um ganho de 800,15 euros, sendo que, ao fim de um ano seria possível obter um ganho de 9.601,80 euros.

6.6 Redução de custos com materiais

Esta secção apresenta os ganhos relativamente à possível implementação das propostas de melhoria associadas à redução do desperdício de materiais. Inicialmente, são apresentados os ganhos relativos à redução de cartão nas caixas de embalagem de memos e, posteriormente, são apresentados os ganhos relacionados com a redução do desperdício de cola no equipamento de aplicação de cola quente.

6.6.1 Redução de cartão

A proposta de melhoria associada à redução de desperdício de cartão, nas caixas de embalagem de memos da linha Process, descrita na secção 5.6, foi apresentada à empresa. No entanto, apesar do interesse demonstrado pela gestão de topo, não foi possível implementar a medida durante o desenvolvimento do presente projeto. Assim, será realizada uma estimativa

relativamente aos benefícios que a implementação desta proposta poderá proporcionar à empresa.

Na secção 4.3.9, foi determinado, para cada uma das três medidas de memos mais produzidas na linha Process, o custo associado ao desperdício de cartão por cada caixa unitária produzida. Estes valores estão apresentados na Tabela 16, assim como a quantidade total de caixas produzidas por ano, relativamente a cada uma das medidas de memos referidas. De salientar que os valores da quantidade de caixas produzidas por ano foram estimados a partir dos dados referentes à procura de memos no ano de 2017.

Tabela 16 - Custo total do desperdício de cartão nas caixas de embalagem

Medida do memo (cm)	Custo desperdício cartão caixa unitária (euros)	Quantidade produzida por ano (caixas)	Custo total desperdício de cartão por ano (euros)
180x120	1,49	118.751	176.938,99
150x100	1,09	86.397	94.172,73
180x90	1,19	28.081	33.416,39

A partir destes dados, foi possível determinar o custo total acarretado pela empresa, durante um ano, associado ao desperdício de cartão verificado, como se pode visualizar na última coluna da Tabela 16. Assim, através do somatório dos custos apresentados para cada uma das três medidas de memos, é possível concluir que a empresa acarreta um custo total de 304.528,11 euros por ano em desperdício de cartão.

Com a implementação da proposta de melhoria apresentada, relativamente à eliminação da placa interna de cartão através da produção de pequenas caixas para colocação de acessórios, é esperado que a empresa obtenha um ganho de 304.528,11 euros, ao fim de um ano de trabalho.

6.6.2 Redução de cola

Com a implementação da proposta de melhoria apresentada na secção 5.7, relativamente à conceção de uma tampa para fecho do equipamento de aplicação de cola quente, será possível reduzir, na totalidade, o desperdício de cola verificado sobre o tampo da mesa de apoio.

Tal como foi determinado na secção 4.3.9, mais concretamente na subsecção 4.3.9.2, o custo acarretado pela empresa relativamente ao desperdício de cola verificado por cada caixa de 10 kg, comprada ao fornecedor, é de cerca de 5,96 euros.

Assim, considerando que durante um mês, o equipamento de aplicação de cola quente consome, em média, 2,5 caixas de 10 kg de tubos de cola, é possível concluir que, com a implementação da proposta de melhoria apresentada, a empresa poderá obter um ganho de, aproximadamente, 14,90 euros por mês, o que corresponde a cerca de 178,80 euros ao fim de um ano de trabalho.

7. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais acerca do desenvolvimento da presente dissertação, sendo apresentados os principais resultados obtidos com a execução do projeto, bem como, a descrição de algumas propostas de trabalho futuro.

7.1 Conclusões

A concretização do projeto centrou-se na melhoria da linha Process, a linha de montagem e embalagem de memos com mais oportunidades de melhoria da secção dos alumínios da Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual, S.A.

Numa fase inicial do projeto, foi realizado um diagnóstico à situação inicial da linha Process, recorrendo-se a várias ferramentas para se proceder à respetiva análise, tais como: análise ABC, gráfico de fluxo de processo, estudo de tempos por cronometragem, gráficos de balanceamento de linhas (*Yamazumi chart*), matriz de competências, diagramas de causa-efeito e fluxogramas. Através da realização da análise crítica à situação inicial, foi possível identificar os principais problemas que afetavam o processo produtivo e que, por sua vez, provocavam elevados desperdícios de tempo, de recursos humanos e materiais.

Entre os principais problemas detetados estava o baixo nível de organização, limpeza e arrumação da linha de embalagem manual. A partir deste problema de desorganização geral da linha surgiu a necessidade urgente de implementar a ferramenta 5S e algumas técnicas de gestão visual. Desta forma, foi possível organizar a estante de abastecimento de acessórios, atualizar as etiquetas de identificação das caixas de acessórios, desenvolver um quadro informativo *Lean*, criar um quadro para colocação de ferramentas e, ainda, criar listas de materiais e de ferramentas. A implementação destas medidas permitiu aumentar a segurança no ambiente de trabalho, reduzir desperdícios de tempo, evitar perdas de materiais e de ferramentas, diminuir a probabilidade de ocorrência de enganos na seleção de materiais e, ainda, reduzir a ocorrência de erros durante a execução das operações.

Detetou-se, ainda, um problema relacionado com a falta de polivalência dos operadores, associada à falta de formação acerca do modo operativo das atividades de embalagem. No sentido de combater este problema, foi proposta a concretização de ações de formação para todos os colaboradores da linha, com o intuito de aumentar as suas aptidões e, assim, permitir a implementação de um programa de rotatividade dos operadores pelos postos de trabalho da linha. Com esta medida, que ainda não foi implementada, pretende-se criar melhores condições

de trabalho, aumentar o espírito de equipa e entreajuda, aumentar a autonomia dos operadores, diminuir a monotonia no trabalho e, ainda, evitar a ocorrência de lesões músculo-esqueléticas. Propôs-se também, a realização de um balanceamento da linha, uma vez que se verificava a falta de sincronismo entre a linha de embalagem manual e a máquina de montagem de memos. Assim, através da distribuição equilibrada da carga de trabalho pelos operadores da linha, foi possível equilibrar os tempos de ciclo dos postos de trabalho relativamente ao *takt time* definido pela empresa. A esta proposta esteve associada uma alteração do *layout* da linha, cujo principal objetivo era aumentar o fluxo produtivo da mesma e reduzir o tempo de espera verificado entre os postos de trabalho. Com a implementação destas propostas foi possível melhorar a eficiência das seguintes medidas de desempenho: a taxa de produção aumentou de 105 para 132 memos/hora; a produtividade aumentou de 10,5 para 13,2 memos/hora-homem e, por último, o tempo médio de atravessamento da linha diminuiu de 2 minutos e 46 segundos para 1 minuto e 30 segundos.

Foi também sugerido à empresa a integração do controlo da qualidade na linha Process, através da criação de duas áreas de atuação na linha de embalagem manual. A apresentação desta sugestão teve como principal objetivo eliminar, totalmente, o transporte de memos durante o processo de inspeção ao produto acabado, reduzir o tempo despendido em operações de inspeção, reduzir o tempo de preparação das inspeções, assim como eliminar o desperdício de materiais como cartão e fita-cola. Com a possível implementação desta proposta, estima-se que a empresa poderá obter um ganho de cerca de 800,15 euros por mês, ou seja, aproximadamente, 9.601,80 euros por ano.

Detetaram-se ainda, problemas relacionados com a existência de atividades que não acrescentavam valor ao produto, tais como o elevado desperdício de tempo e de recursos humanos despendidos na execução destas atividades, assim como o desperdício associado ao material utilizado. Assim, a proposta de melhoria apresentada passou pela eliminação destas atividades através da aproximação do equipamento de aspiração à máquina de montagem de memos; a respetiva alocação de dois operadores para um posto de trabalho na linha de embalagem manual e, por último, através da instalação de um sistema auxiliar para o fecho das caixas de embalagem. Com a eliminação destas atividades sem valor acrescentado, foi possível proporcionar à empresa um ganho de, aproximadamente, 103,22 euros por cada dia de trabalho.

Por fim, foram propostas sugestões de melhoria relativamente ao desperdício de materiais na linha Process, tais como o desperdício de cartão associado à conceção das caixas de embalagem de memos e, ainda, o desperdício de cola verificado no equipamento de aplicação de cola

quente. As propostas basearam-se na eliminação de uma das placas de cartão utilizadas para a construção das caixas e, também, na criação de um mecanismo de fecho (tampa) para colocar na extremidade do equipamento de cola quente. Através da possível implementação destas medidas, estima-se que a empresa poderá obter um ganho de, aproximadamente, 304.706,91 euros por ano.

Em suma, torna-se possível concluir que a implementação de pequenas melhorias numa linha produtiva, baseadas na aplicação de ferramentas e técnicas *Lean*, permitem obter ganhos significativos, assim como, alcançar melhorias apreciáveis no sistema produtivo.

7.2 Trabalho futuro

Para trabalho futuro sugere-se a implementação das propostas de melhoria apresentadas que não puderam ser concretizadas durante o desenvolvimento do presente projeto, entre as quais se destacam: o plano de formação e o programa de rotatividade dos operadores; a integração do controlo da qualidade na linha Process; a substituição da placa interna de cartão por uma caixa de acessórios e, por fim, a colocação de uma tampa na extremidade do equipamento de aplicação de cola quente.

Sugere-se também, a continuação da implementação da ferramenta 5S e das técnicas de gestão visual na linha Process, assim como, a implementação destas ferramentas nas restantes linhas produtivas da secção dos alumínio da empresa.

De forma a melhorar a eficiência do balanceamento da linha Process, realizado neste projeto, sugere-se a implementação de uma versão mais aperfeiçoada deste, uma vez que se verifica a existência de alguns tempos de ciclo que excedem, minimamente, o *takt time* definido pela empresa, o qual pode comprometer a resposta à procura verificada.

Por último, sugere-se a mudança da estante principal de abastecimento de acessórios para junto do PT2. Esta mudança não pôde ser executada durante a implementação do balanceamento e da respetiva alteração do *layout* da linha. No entanto, é de salientar a importância da sua alteração, uma vez que permitirá reduzir a distância percorrida pelos operadores do PT2, sempre que se verificar a necessidade de abastecer o posto de trabalho com caixas de acessórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ağpak, K., & Gökçen, H. (2005). Assembly line balancing: Two resource constrained cases. *International Journal of Production Economics*, 96(1), 129–140. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.03.008>
- Alghazi, A., & Kurz, M. E. (2018). Mixed model line balancing with parallel stations, zoning constraints, and ergonomics. *Springer Science + Business Media*, 123–153.
- Alves, A. C., Sousa, R. M., Dinis-Carvalho, J., & Moreira, F. (2015). Production systems redesign in a lean context: A matter of sustainability. *FME Transactions*, 43(4), 344–352. <https://doi.org/10.5937/fmet1504344A>
- Amaro, A. P., & Pinto, J. P. (2007). Criação de valor e eliminação de desperdícios. *Qualidade*, 38–44.
- Becker, C., & Scholl, A. (2006). A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, 168(3), 694–715. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.07.023>
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2013). Visual Management implementation and evaluation through mental workload analysis. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 294–299. <https://doi.org/10.3182/20130522-3-BR-4036.00065>
- Boysen, N., Fliedner, M., & Scholl, A. (2007). A classification of assembly line balancing problems. *European Journal of Operational Research*, 183(2), 674–693. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.10.010>
- Cannas, V. G., Pero, M., Pozzi, R., & Rossi, T. (2018). Complexity reduction and kaizen events to balance manual assembly lines: an application in the field. *International Journal of Production Research*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1427898>
- Chen, J. C., Dugger, J., & Hammer, B. (2001). A Kaizen Based Approach for Cellular Manufacturing System Design: A Case Study. *The Journal of Technology Studies*, 27(2), 19–27. <https://doi.org/10.21061/jots.v27i2.a.3>
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Switzerland: Kaizen Institute Consulting Group Ltd.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. R. (2009). Investigação-acção : metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação E Cultura*. <https://doi.org/49418854>
- Creative Safety Supply. (2010). The 5S Users Guide. Retrieved from

www.CreativeSafetySupply.com

- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, 29, 24–46. <https://doi.org/10.1108/MBE-09-2016-0047>
- Erel, E., & Sarin, S. C. (1998). A survey of the assembly line balancing procedures. *Production Planning and Control*, 9(5), 414–434. <https://doi.org/10.1080/095372898233902>
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How To Use Them*. St. Lucie Press.
- Galsworth, G. D. (2005). *Visual Workplace Visual Thinking: creating enterprise excellence through the technologies of the visual workplace*. CRC Press.
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2008). *Staying Lean: Thriving, not just surviving*. Cardiff University: Lean Enterprise Research Centre.
- Imai, M. (1986). *Kaizen - The Key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill.
- Kaataja, M., & Kouri, I. A. (2010). Using a Broad Scope Kaizen Event to Promote Lean Thinking.
- Kemmis, S. (1989). *Investigación en la Accion*. (Enciclopedia Internacional de la Education, Ed.). Barcelona: Vicens-Vives/MEC.
- Kumar, N., & Mahto, D. (2013). Assembly Line Balancing : A Review of Developments and Trends in Approach to Industrial Application. *Global Journal of Researches in Engineering Industrial Engineering*, 13(2), 29–50.
- Liker, J. K. (1997). *Becoming Lean: inside stories of U.S. manufacturers*. Portland: Productivity Press.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. USA: McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: an integrated approach to just-in-time*. Engineering & Management Press.
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535. <https://doi.org/10.1080/00207540601142645>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Productivity Press.

- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. University of Toronto: Faculty of Information Studies.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line. Assembly Automation*. New York: Taylor & Francis Group.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras (6ª)*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, LDA.
- Relkar, A. S., & Nandurkar, K. N. (2012). Optimizing & Analysing Overall Equipment Effectiveness (OEE) Through Design of Experiments (DOE). *Procedia Engineering*, 38, 2973–2980. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.06.347>
- Roldão, V. S., & Ribeiro, J. (2004). *Organização da produção e das operações - da concepção do produto à organização do trabalho*. Portugal: Monitor - Projetos e Edições, Lda.
- Rother, M. (2010). *Toyota Kata. Prezi*. The McGraw-Hill Companies, inc. Retrieved from <https://prezi.com/fajijwjfd9g9/toyota-kata/>
- Santos, A. C. O., & Santos, M. J. (2007). Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura - Um Estudo de Caso. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Schofield, N. A. (1979). Assembly Line Balancing and the Application of Computer Techniques, 3, 53–69.
- Sekine, K. (1990). *One-Piece Flow: Cell Design for Transforming the Production Process*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System*. Cambridge: Productivity Press.
- Simaria, A. S., Xambre, A. R., Filipe, N. A., & Vilarinho, P. M. (2010). A Decision Support System for Assembly and Production Line Balancing. Retrieved from <http://discovery.ucl.ac.uk/1348235/>
- Štefanić, N., Tošanović, N., & Hegedić, M. (2012). Kaizen Workshop as an Important Element of Continuous Improvement Process, 3(2), 93–98.
- The Fast Guide to OEE*. (2002). *Vorne Industries Inc*. Retrieved from www.vorne.com
- Ungan, M. C. (2006). Standardization through process documentation. *Business Process Management Journal*, 12(2), 135–148. <https://doi.org/10.1108/14637150610657495>
- Villiers, F. De. (2008). *The Illustrated Lean: agile and world class manufacturing*. CookBook.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill.
- Womack, James P. & Jones, Daniel, T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create*

Wealth in Your Corporation. London: Simon & Schuster UK, Ltd.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. *Long Range Planning*. New York: Macmillan Publishing Company.

Yamamoto, Y., & Bellgran, M. (2010). Fundamental mindset that drives improvements towards lean production. *Assembly Automation*, 30(2), 124–130.
<https://doi.org/10.1108/01445151011029754>

ANEXOS

ANEXO I – GRÁFICO DE ANÁLISE DO PROCESSO DE EMBALAGEM

Gráfico de Fluxo de Processo									
Atividade	Tempo (seg)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Armazenagem	Descrição	Atividade de VA	Atividade de VNA
1	4,00	○	→	□	D	▽	Retirar memos em excesso da linha		x
2	6,00	○	→	□	D	▽	Colocar memos em excesso num carrinho		x
3	4,55	○	→	□	D	▽	Colocar caixa interna na superfície da caixa externa		x
4	5,24	○	→	□	D	▽	Colocar caixa completa na linha		x
5	4,21	●	→	□	D	▽	Colocar autocolantes nas caixas	x	
6	3,14	○	→	□	D	▽	Pegar no memo		x
7	6,72	○	→	□	D	▽	Verificar limpeza e montagem dos memos		x
8	3,10	●	→	□	D	▽	Colocar autocolante no memo	x	
9	7,50	●	→	□	D	▽	Rodar memo e posicioná-lo na superfície da caixa		x
10	3,10	○	→	□	D	▽	Empurrar memo para o próximo posto		x
11	11,85	●	→	□	D	▽	Colocar acessórios em cima do memo		x
12	5,40	●	→	□	D	▽	Colocar barras de esferovite em cima do memo		x
13	3,10	○	→	□	D	▽	Empurrar memo para o próximo posto		x
14	8,54	●	→	□	D	▽	Dobrar caixa interna com os acessórios no interior	x	
15	7,85	●	→	□	D	▽	Dobrar caixa interna sem acessórios		x
16	3,79	●	→	□	D	▽	Posicionar barra de esferovite na lateral esquerda do memo		x
17	4,26	●	→	□	D	▽	Fechar caixa do lado esquerdo	x	
18	3,10	○	→	□	D	▽	Empurrar memo para o próximo posto		x
19	3,76	●	→	□	D	▽	Posicionar barra de esferovite na lateral direita do memo		x
20	4,05	●	→	□	D	▽	Fechar caixa do lado direito	x	
21	3,76	●	→	□	D	▽	Ajustar caixa fechada		x
22	3,11	●	→	□	D	▽	Colocar fita cola nas extremidades		x
23	5,44	○	→	□	D	▽	Rodar caixa e inserir na máquina de fita cola		x
24	5,57	○	→	□	D	▽	Verificar caixas fechadas com fita cola		x
25	6,58	○	→	□	D	▽	Rodar caixa e colocar em paletes		x
26	5,50	●	→	□	D	▽	Colocar autocolantes nas caixas	x	

Figura 70 - Gráfico de análise do processo de embalagem

ANEXO II – ESTUDO DE TEMPOS

Na realização de um estudo de tempos é fundamental ter em consideração de que se deve fazer mais do que uma observação sendo que, o número de observações necessárias é dado pela fórmula:

$$N' = \frac{Z.s}{\varepsilon.m}$$

Onde:

N' – Número de observações que será preciso efetuar para satisfazer o nível de confiança desejado

Z – Valor retirado da tabela da distribuição normal padronizada

s – Desvio-Padrão

ε – Precisão

m – Média das observações

Considerando um Nível de Confiança de 95% (NC=0,95) e uma precisão de $\pm 5\%$, obtém-se um Nível de Significância de 5% e Z=1,96.

Para as N observações realizadas numa primeira fase, calcula-se a Média m e o Desvio-padrão s. Aplicando a Equação 1, obtém-se N' e verifica-se se N' é menor ou igual a N, caso a condição seja satisfeita ($N' \leq N$) conclui-se que o número de observações N é suficiente. Caso contrário, ou seja $N' > N$, conclui-se que serão necessárias mais observações.


ANEXO III – CÁLCULO DO *TAKT TIME*

Tabela 18 - Tabela com dados referentes ao cálculo do Takt Time

Mês	Dias	Dias úteis	Horas disponíveis por dia	Horas disponíveis por mês	Horas disponíveis por ano	Procura Anual
Janeiro	31	22	16	352	4032	305105
Fevereiro	28	20		320		
Março	31	23		368		
Abril	30	20		320		
Maio	31	23		368		
Junho	30	21		336		
Julho	31	22		352		
Agosto	31	18		288		
Setembro	30	20		320		
Outubro	31	23		368		
Novembro	30	22		352		
Dezembro	31	18		288		

Takt Time (horas)	=	0,0132
Takt Time (minutos)	=	0,7929
Takt Time (segundos)	=	47,5744


ANEXO IV – LISTAS DE ACESSÓRIOS E DE FERRAMENTAS

Lista de Acessórios		
Secção: Alumínios (Office)	Data: 21 Junho 2018	
Linha: Embalagem Process		
Local: Estante de Acessórios		



Tipo de Acessório: Topos			
Designação	Código	Componentes	Imagem
Topos Cinza Escuro	80654	2 topos cinza escuro	
Topos Cinza Claro	80655	2 topos cinza claro	




Tipo de Acessório: Cantos			
Designação	Código	Componentes	Imagem
Cantos W Series Cinza	80508	4 cantos cinza escuro 4 cantos cinza claro 4 parafusos 4 buchas	


<p>Cantos Maya Cinza Escuro</p>	<p>80202</p>	<p>4 cantos cinza escuro 4 parafusos 4 buchas</p>	
<p>Cantos Maya Cinza Claro</p>	<p>80201</p>	<p>4 cantos cinza claro 4 parafusos 4 buchas</p>	
<p>Cantos Maya Banner</p>	<p>80208</p>	<p>4 cantos cinza claro 4 parafusos 4 buchas</p>	
<p>Cantos Pergamy</p>	<p>80816</p>	<p>4 cantos cinza escuro 4 parafusos 4 buchas</p>	


Cantos 5 Cores Connect	80206	4 cantos cinza claro 4 cantos cinza escuro 4 cantos vermelhos 4 cantos verdes 4 cantos azuis 4 parafusos 4 buchas	
------------------------	-------	---	--

Tipo de Acessório: Esquadros

Designação	Código	Componentes	Imagem
Esquadros Pequenos	80205	4 esquadros cinza claro 4 parafusos 4 buchas	
Esquadros Scala Grande	80735	7 esquadros transparentes 9 parafusos 9 buchas	

Tipo de Acessório: Bandejas			
Designação	Código	Componentes	Imagem
Bandeja Alumínio 55cm	300208	1 bandeja alumínio	
Bandeja Plástico Cinza Escuro 55cm	302637	1 bandeja cinza escuro	
Bandeja Plástico Cinza Escuro 30cm	302636	1 bandeja cinza escuro	
Bandeja Plástico Cinza Claro 55cm	302639	1 bandeja cinza claro	
Bandeja Plástico Cinza Claro 30cm	302638	1 bandeja cinza claro	

Lista de Ferramentas		
Secção: Alumínios (Office)	Data: 22 Junho 2018	
Linha: Embalagem Process		

Designação	Quantidade	Local	Imagem
Martelo	1	Quadro de Ferramentas	

X-Ato	1	Quadro de Ferramentas	
Espátula	2	Quadro de Ferramentas	
Escova	1	Quadro de Ferramentas	
Desenrolador de Fita-Cola	1	Quadro de Ferramentas	

Máquina de Cola Quente	1	Suporte de Repouso da Máquina de Cola	
------------------------	---	---------------------------------------	--

ANEXO V – REDISTRIBUIÇÃO DAS OPERAÇÕES DA LINHA DE EMBALAGEM MANUAL

Tabela 19 - Redistribuição das operações da linha de embalagem manual

Nº Operação	Descrição da Operação	Posto de Trabalho
1	Colocar caixa interna na superfície da caixa externa	2E
2	Colocar caixa completa na linha	1E e 2E
3	Colocar autocolantes nas caixas	1D
4	Pegar no memo	1D e 1E
5	Verificar limpeza dos memos	1D
6	Colocar autocolante no memo	1D
7	Rodar memo e posicioná-lo na superfície da caixa	1D e 1E
8	Empurrar memo para o próximo posto	1D e 1E
9	Colocar acessórios em cima do memo	2D
10	Colocar barras de esferovite em cima do memo	2D
11	Empurrar memo para o próximo posto	2D e 2E
12	Dobrar caixa interna com os acessórios no interior	3D
13	Dobrar caixa interna sem acessórios	3E
14	Posicionar barra de esferovite na lateral esquerda do memo	3D e 3E
15	Fechar caixa do lado esquerdo	3D e 3E
16	Empurrar memo para o próximo posto	3D e 3E
17	Posicionar barra de esferovite na lateral direita do memo	4D e 4E
18	Fechar caixa do lado direito	4D e 4E
19	Ajustar caixa fechada	4D e 4E
20	Colocar fita cola nas extremidades	4D e 4E
21	Rodar caixa e inserir na máquina de fita cola	4D e 4E
22	Verificar caixas fechadas com fita cola	5D e 5E
23	Rodar caixa e colocar em paletes	5D e 5E
24	Colocar autocolantes nas caixas	5E

ANEXO VI – DISTRIBUIÇÃO DAS OPERAÇÕES PELOS POSTOS DE TRABALHO APÓS BALANCEAMENTO DA LINHA DE EMBALAGEM MANUAL

Tabela 20 - Distribuição das operações pelos postos de trabalho após balanceamento da linha de embalagem manual

PT	Descrição da Operação	Posto de Trabalho	Tempo de Ciclo (seg)
1	Colocar caixa externa na linha	1D	5,00
	Colocar caixa interna com acessórios na linha	1E e 2E	6,00
	Colocar autocolante na caixa	1D	4,21
	Pegar no memo	1D e 1E	3,14
	Colocar autocolante no memo	1D	3,10
	Verificar limpeza e montagem dos memos	1E	6,72
	Empurrar memo para o próximo posto	1D e 1E	3,10
2	Pegar caixa interna e colocar sobre a mesa de trabalho	2D e 2E	4,00
	Colocar acessórios em cima da caixa	2D	8,00
	Colocar acessórios no centro da caixa	2E	3,00
	Dobrar caixa interna com os acessórios no interior	2D	8,54
	Dobrar caixa interna sem acessórios	2E	7,85
3	Rodar memo e posicioná-lo na superfície da caixa	3D e 3E	7,50
	Colocar barras de esferovite em cima do memo	3D e 3E	3,20
	Posicionar barra de esferovite na lateral esquerda do memo	3D e 3E	3,79
	Fechar aba do lado esquerdo da caixa	3D e 3E	4,26
4	Puxar memo do posto anterior	4D e 4E	3,10
	Posicionar barra de esferovite na lateral direita do memo	4D e 4E	3,76
	Fechar aba do lado direito da caixa	4D e 4E	4,05
	Rodar caixa e inserir no equipamento de fita-cola	4D e 4E	5,44
5	Verificar caixas fechadas com fita-cola	5D e 5E	5,57
	Rodar caixa e colocar em paletes	5D e 5E	6,58
	Colocar autocolante na caixa	5E	5,50