

MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO DE ESCADOTES DA FUTE – FÁBRICA DE UTILIDADE DE TUBOS, SA

Tiago André Pinto da Silva

Dissertação de Mestrado

Orientador: Professor Doutor Paulo António Ávila

Coorientador: Professor Doutor João Bastos



Mestrado em Engenharia Mecânica Ramo Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2016

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de
Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Mecânica Ramo Gestão
Industrial

Candidato: Tiago André Pinto da Silva, Nº 1091365, 1091365@isep.ipp.pt

Empresa: FUTE – Fábrica de Utilidades de Tubo, SA

Supervisão: Ana Maria Ferreira, aferreira@afer.pt



Mestrado em Engenharia Mecânica Ramo Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

12 de fevereiro de 2016

Aos meus pais e irmão.

Agradecimentos

Com a conclusão deste trabalho, quero agradecer especialmente ao grupo de colaboradores que me ajudaram, me ensinaram, conviveram comigo, pois sem eles nada seria possível ser realizado. Agradecer por me acolherem, pela disponibilidade e paciência que demonstraram para tentar aprender e ensinar. Muito Obrigado!

Agradecer aos pilares que me aguentaram e sempre me apoiaram e acreditaram em mim! Mãe, Pai e Irmão! Muito obrigado!

Uns Agradecimentos também aos meus amigos que me acompanharam e namorada, eles sabem que foram importantes! Muito Obrigado

Um agradecimento ao Eng. Paulo Avila e Eng. João Bastos pela oportunidade de estágio e pelo acompanhamento dado nos 6 meses de experiência.

Um agradecimento à gerência da FUTE, em especial à D. Ana Ferreira, pela oportunidade do estágio.

Resumo

Atualmente as empresas encontram-se perante uma sociedade cada vez mais competitiva e desenvolvida, sendo por isso, imperativo a procura da melhoria contínua como forma de assegurar a adaptação da organização empresarial às alterações socioeconómicas que possam surgir. Inculcar esta cultura é fundamental dentro do meio empresarial. A redução dos custos e o aumento da produtividade são dois dos principais desafios que todas as empresas se confrontam diariamente, sendo para isso desenvolvidas e aplicadas várias metodologias. A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica no ramo de Gestão Industrial no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Este trabalho realizou-se no ambiente industrial da empresa Afer FUTE - Fábrica de Utilidades de Tubos, S.A, que é uma empresa dedicada, essencialmente à produção de Tábuas de Engomar e Escadotes. O objetivo deste projeto visava melhorar todo o sistema produtivo da secção dos Escadotes, englobando assim todos os procedimentos desde o momento de entrada dos materiais até à obtenção do produto acabado. Tendo em vista a resolução dos problemas inicialmente existentes na empresa, foram apresentadas propostas de melhoria do processo produtivo segundo uma visão, *Lean Production* ou seja baseada na eliminação de qualquer tipo de desperdícios. A implementação destas propostas permitiu a obtenção de resultados positivos no Sistema Produtivo de Escadotes, nomeadamente um aumento de produtividade em cerca de 40%.

Palavras-Chave

Lean Production, Melhoria Contínua, Value Stream Mapping, Total Flow Management

Abstract

Nowadays, the companies face an increasingly competitive and developed environment, which makes mandatory a persistent search for improvement as a way to ensure that companies adjust to the socio-economic changes that may arise. To pass this idea is essential in the business world the lowering of costs and the increase of productivity as two of the main challenges that every company faces persistently. The present dissertation was developed as the final course of the Master in Industrial Management at ISEP. The fieldwork took place in an industrial environment at the company Afer FUTE – Fábrica de utilidades de tubo SA, which is a company chiefly dedicated to the production of ironing boards and ladders. The aim of this project was to improve the production system of the ladders sector, from the inflow of materials until the finished products in the warehouse. Having in mind the solving of the existing problems in the company, it presented measures based on production process improvement, Lean Production, Lean Thinking's techniques and tools, and the elimination of any type of waste. The implementation of these measures led to positive results in the Productive System of Ladders, including an increasing in the overall productivity of 40%.

Keywords

Lean Production, Continuous Improvement, Value Stream Mapping, Total Flow Management

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
SIGLAS	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.3. METODOLOGIA DO TRABALHO	2
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	3
2. REVISÃO TEÓRICA	5
2.1. <i>VALUE STREAM MAPPING (VSM)</i>	5
2.2. <i>TOTAL FLOW MANAGEMENT</i>	6
2.2.1. <i>Estabilidade Básica</i>	7
2.2.2. <i>Fluxo de Produção</i>	7
2.2.3. <i>Fluxo de Logística Interna</i>	8
2.2.4. <i>Fluxo de Logística Externa</i>	8
2.2.5. <i>Value Stream Design</i>	9
2.3. <i>CICLO PDCA</i>	9
2.4. <i>TIPOS DE DESPERDÍCIOS</i>	10
2.5. <i>SMED</i>	11
2.6. <i>KANBAN</i>	12
2.7. <i>5S</i>	13
2.8. <i>POKA – YOKE</i>	14
2.9. <i>OTIMIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS</i>	14
2.10. <i>GESTÃO VISUAL</i>	15
2.11. <i>GOLDEN ZONE</i>	15
2.12. <i>HEIJUNKA</i>	16
2.13. <i>CASOS DE SUCESSO DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS</i>	17
3. CASO DE ESTUDO	19
3.1. <i>APRESENTAÇÃO DA EMPRESA</i>	19
3.1.1. <i>Evolução Histórica</i>	20
3.1.2. <i>Visão, Missão e Valores da Empresa</i>	20
3.1.3. <i>Mercados</i>	21

3.1.4.	<i>Classificação do Sistema Produtivo</i>	21
3.2.	SITUAÇÃO INICIAL.....	22
3.3.	PLANEAMENTO.....	23
3.4.	ORGANIZAÇÃO E PRODUÇÃO.....	23
3.5.	POSTOS DE TRABALHO E SEU ABASTECIMENTO	30
3.6.	TEMPOS DE <i>SETUP</i>	32
3.7.	FALTA DE ORGANIZAÇÃO, NORMALIZAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS.....	33
3.8.	COMPETÊNCIAS DOS OPERADORES.....	34
3.9.	DIAGRAMA HOMEM MÁQUINA	35
3.10.	ANÁLISE ERGONÓMICA DOS POSTOS DE TRABALHO E PRODUÇÃO	36
3.11.	BAIXA PRODUTIVIDADE	36
3.12.	DESORGANIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS NA SECÇÃO FABRIL E INEXISTÊNCIA DE ZONA DE MANUTENÇÃO.....	37
3.13.	PROBLEMAS COM A QUALIDADE	38
4.	PROJETOS DE MELHORIA	39
4.1.	PLANEAMENTO E ORDENS DE PRODUÇÃO	39
4.2.	REDUÇÃO DOS TEMPOS DE <i>SETUP</i> E ERRO HUMANO	41
4.3.	PRODUÇÃO E SUA ORGANIZAÇÃO	43
4.4.	ORGANIZAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DA SECÇÃO	50
4.5.	POSTOS DE TRABALHO E ERGONOMIA.....	53
4.6.	MELHORIAS DE QUALIDADE.....	56
4.7.	UTILIZAÇÃO DO SISTEMA <i>KANBAN</i>	58
4.8.	OUTRAS PROPOSTAS	59
5.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	63
5.1.	CUSTOS DAS MELHORIAS REALIZADAS	63
5.2.	VANTAGENS NA ORGANIZAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DA SECÇÃO	63
5.3.	TEMPOS DE <i>SETUP</i>	64
5.4.	MELHORIA DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS	65
5.5.	GANHOS COM A IMPLEMENTAÇÃO NA SECÇÃO DE ALUMÍNIO.....	65
6.	CONCLUSÕES	67
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	69
	ANEXO A. COMPONENTES DO ESCADOTE	71
	ANEXO B. POSTOS DE TRABALHO	73
	ANEXO C. DIAGRAMA HOMEM MÁQUINA ESTADO INICIAL	75
	ANEXO D. DIAGRAMA HOMEM-MÁQUINA PÓS MELHORIAS	77

Índice de Figuras

Figura 1 – Metodologia do projeto.....	3
Figura 2 – Exemplo de um VSM (Silva, 2008).....	6
Figura 3 – Layout Funcional (Jacobs, 2011).....	8
Figura 4 – Ciclo PDCA.....	10
Figura 5 – Estágios do SMED (adaptado (Shingo S. , 2000)).....	12
Figura 6 – Exemplo <i>Kanban</i>	12
Figura 7 Exemplo <i>Poka-Yoke</i>	14
Figura 8 – Diagrama Homem-Máquina (Ávila, 2010).....	15
Figura 9 – Golden Zone (4lean, 2010).....	16
Figura 10 – Exemplo de <i>Heijunka</i>	16
Figura 11 – Entrada da empresa.....	19
Figura 12 – Mercados interno e externo da empresa.....	21
Figura 13 – Escadote.....	23
Figura 14 – Armazenamentos intermédios.....	24
Figura 15 – Exemplo de produtos descontinuados.....	24
Figura 16 - Diagrama de processo (inicial).....	25
Figura 17 – Planta com fluxos (inicial).....	26
Figura 18 – Gráfico de fluxo de processo.....	29
Figura 19 – Exemplo deslocações para armazenar.....	31
Figura 20 – Deslocação para abastecimento do posto.....	31
Figura 21 – Régua de regulação para máquina de corte.....	32
Figura 22 – Desorganização do material recebido.....	33
Figura 23 – Gaveta de arrumo de etiquetas.....	34
Figura 24 – Exemplos da falta ergonomia.....	36
Figura 25 – Desorganização da caixa de ferramentas.....	38
Figura 26 – Problemas com a qualidade.....	38
Figura 27 – Imagem da folha de encomendas.....	41
Figura 28 – Régua máquina de corte standarizado.....	42
Figura 29 – Máquina de corte de perfil de degraus.....	42
Figura 30 – Sistema <i>Poka-Yoke</i> para perfil de degraus.....	43
Figura 31 – Máquina de furação frentes.....	43
Figura 32 – Diagrama de processo (após melhoria implementada).....	45
Figura 33 – Planta com fluxo (após melhoria implementada).....	46
Figura 34 – Planta com fluxo (após melhoria implementada).....	49

Figura 35 – Carros <i>standard</i>	50
Figura 36 – Exemplo de normalização da secção.	51
Figura 37 – Exemplo de normalização da secção.	51
Figura 38 – Contentores de Papel e Cartão.	52
Figura 39 Zona de Manutenção.....	52
Figura 40 – Melhorias na Ergonomia.....	53
Figura 41 – Mesa de colocação de tapa topos.	54
Figura 42 – Mesa colocação de ponteiras.....	54
Figura 43 – Exemplo de ITS no posto de trabalho.....	55
Figura 44 – Exemplo de material junto ao posto.....	55
Figura 45 – Melhoria na Qualidade tapa topos.	56
Figura 46 – Melhoria na Qualidade ponteiras.	57
Figura 47 – Melhoria qualidade Maquina de corte.	57
Figura 48 – Melhoria na qualidade colocação de ponteiras.	58
Figura 49 – Melhoria da qualidade no transporte.....	58
Figura 50 – Exemplo de <i>Kanban</i>	59
Figura 51 – Planta com fluxo (melhorias formuladas).....	61

Índice de Tabelas

Tabela 1 – História da Empresa.	20
Tabela 2 – Sistema produtivo da FUTE.	22
Tabela 3 – Resumo das operações.....	30
Tabela 4 – Estado inicial <i>setup</i>	32
Tabela 5 Competências do operador/posto.	35
Tabela 6 – Tabela de produtividade.	37
Tabela 7 – Resumo das atividades no método atual.....	49
Tabela 8 – Tempos de <i>setup</i>	64
Tabela 9 – Tabela de Produtividade após implementação do novo método produtivo.	65

Siglas

FUTE – Fábrica de Utilidades de Tubo, SA

VSM – Value Stream Mapping

IT – Instrução de Trabalho

TC – Tempo de Ciclo

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

No âmbito da dissertação do mestrado em Gestão Industrial foi proposta a realização de um estágio curricular na empresa Afer- FUTE - Fábrica de Utilidades de Tubos, S.A, cujo principal objetivo consistia na melhoria do sistema de produtivo de escadotes, desde o momento de entrada de material até à obtenção do produto acabado.

Neste capítulo procede-se a um enquadramento do tema desta dissertação, apresentando-se os objetivos delineados e a forma de organização da mesma.

A evolução da sociedade com a globalização como consequência direta um aumento do grau de especialização no trabalho.

Os avanços que se sucederam na história, obrigaram a procura de desenvolvimento por parte das indústrias, e, com o objetivo de se adaptarem aos novos estilos de vida que foram sendo adotados pelos consumidores, à produção de objetos que se foram revelando fundamentais para a sociedade.

A empresa onde se realizou esta dissertação, FUTE,S.A, é uma empresa que tem como principal atividade o fabrico de utensílios domésticos.

1.2. OBJETIVOS

A presente dissertação apresenta um projeto que visa a melhoria do sistema produtivo de escadotes, recorrendo à ajuda de ferramentas de *Lean Production*, com o objetivo de

minimizar os desperdícios, acrescentando valor aos componentes produzidos e aumentando, assim, os lucros da empresa.

O modelo *Lean Production* é uma filosofia de produção oriunda do sector automóvel com intuito de otimizar o sistema de produção. O conceito deste modelo dá especial ênfase à eliminação de desperdícios. Resumidamente, o modelo apoia os seguintes ideais:

- Redução de custos,
- Aumento da qualidade,
- Redução de tempo de processamento.
- Aumento de produtividade

Relativamente ao sistema de produção existente, a empresa FUTE,S.A, apresenta vários problemas de falta de normalização do trabalho, elevado *stock*, falta de polivalência dos operadores e tempo de paragem frequentes.

Neste sentido, o trabalho realizado nesta dissertação incidiu no constante acompanhamento da secção de alumínio (desde o corte do lote até ao produto final).

1.3. METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia seguida na realização deste trabalho foi o caso de estudo.

Esta metodologia contém cinco fases principais para o desenvolvimento projeto de melhoria. A primeira envolveu a identificação e a determinação do estado da unidade a ser estudada; de seguida procedeu-se à recolha de dados e sua análise. Em terceiro lugar foi feita uma pesquisa bibliográfica para estudo das ferramentas; em quarto um diagnóstico e a identificação dos fatores causais como base para o desenvolvimento do trabalho esta penúltima fase diz respeito à aplicação de medidas corretivas, ou seja, tratamento e melhorias. Por último, foi feito um acompanhamento do trabalho efetuado para determinar a eficácia do mesmo (Kothari, 2004).

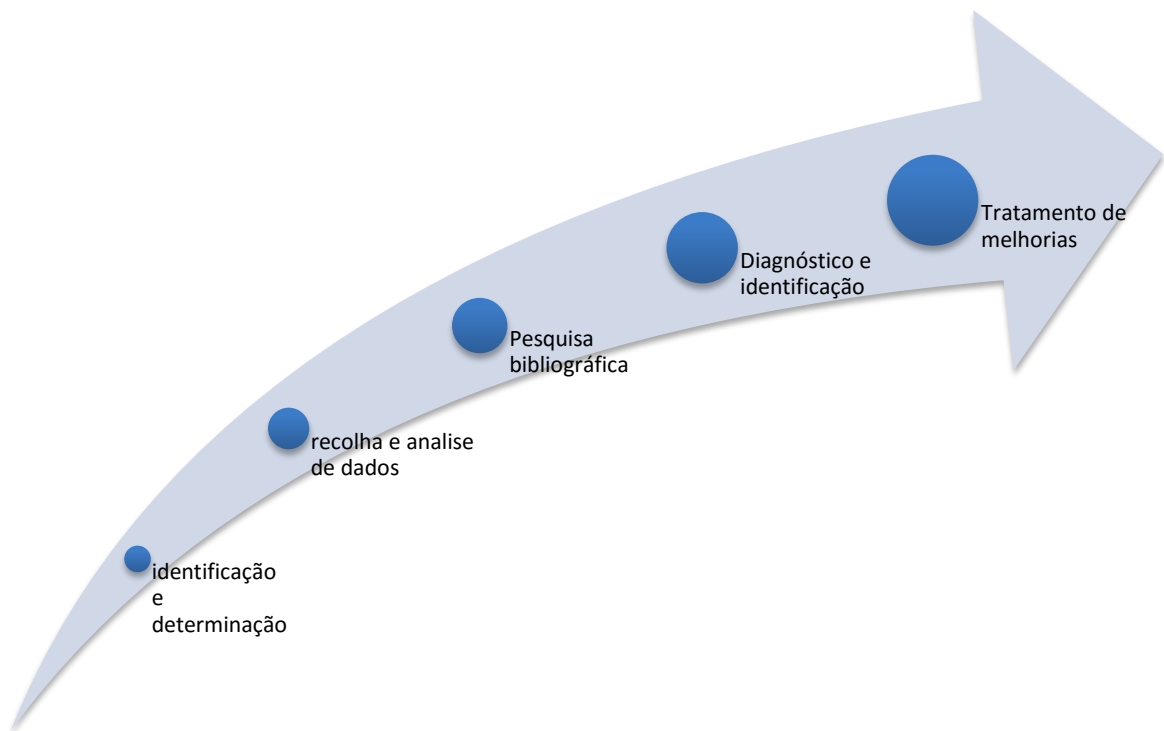


Figura 1 – Metodologia do projeto.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

A presente dissertação divide-se em 6 capítulos.

No primeiro capítulo, encontra-se uma breve introdução na qual é realizado um enquadramento do tema desta dissertação. Neste capítulo são expostos os objetivos deste trabalho, fazendo referência à metodologia de investigação e à organização desta dissertação.

O segundo capítulo é dedicado à revisão bibliográfica, pretendendo fornecer um enquadramento sobre as metodologias utilizadas. Este capítulo engloba várias ferramentas utilizadas na dissertação, como por exemplo os sete tipos de desperdícios, *5s*, *Kaizen*, *Jidoka*, Gestão Visual, entre outros.

O terceiro capítulo apresenta a empresa e retrata o estado inicial da mesma, descrevendo e analisando a área de estudo, espaço fabril e armazéns. É neste capítulo que se apresenta o conjunto de análises e identificação de problemas existentes na empresa.

O quarto capítulo dedica-se aos projetos de melhoria implementados, referentes a alguns problemas identificados no capítulo anterior, nomeadamente, aos elevados tempos de *setup*, falta de organização e normalização, a falta de polivalência, competência dos operadores, os

elevados tempos de entrega, a falta de controlo de defeitos, entre outros. Neste capítulo é exposta uma solução de melhoria do Sistema Produtivo de Escadotes. Neste capítulo são também apresentadas propostas de melhoria que, por falta de colaboração, tempo e dificuldades financeiras, não chegaram a ser implementadas.

O quinto capítulo refere-se à discussão de resultados onde são descritos os resultados das implementações realizadas.

O sexto capítulo consiste nas conclusões finais sendo, por fim, apresentadas as referências bibliográficas. Apesar de não ser um capítulo numerado, os anexos do presente relatório apresentam-se posteriormente às referências bibliográficas.

2. REVISÃO TEÓRICA

Este capítulo de suporte ao trabalho e baseado na metodologia *Lean* apresenta os sete tipos de desperdícios num sistema produtivo, princípios e ferramentas do *Lean*, *5s*, *Kaizen*, *Jidoka*, *Gestão Visual*, *Poke Yoke*, *Kanban*, entre outros.

2.1. *VALUE STREAM MAPPING (VSM)*

O *Value Stream Mapping* é uma ferramenta que tem como objetivo identificar e desenhar os fluxos de informação, fluxos de materiais e as características dos processos realizados no sistema produtivo. Esta ferramenta representa o processo de forma bem clara e facilita a identificação de oportunidades de melhoria. Além disso, também ajuda a compreensão de sistemas complexos com vários tipos de operação na produção de um determinado produto.

O VSM apresenta os seguintes estágios de implementação (Rother & Shook, 2003):

1. Identificar o produto ou família de produtos a serem mapeados.
2. Desenhar o estágio atual dos processos (VSM atual).
3. Identificar onde as melhorias podem ser feitas para eliminar o desperdício.
4. Desenhar e implementar o VSM futuro.

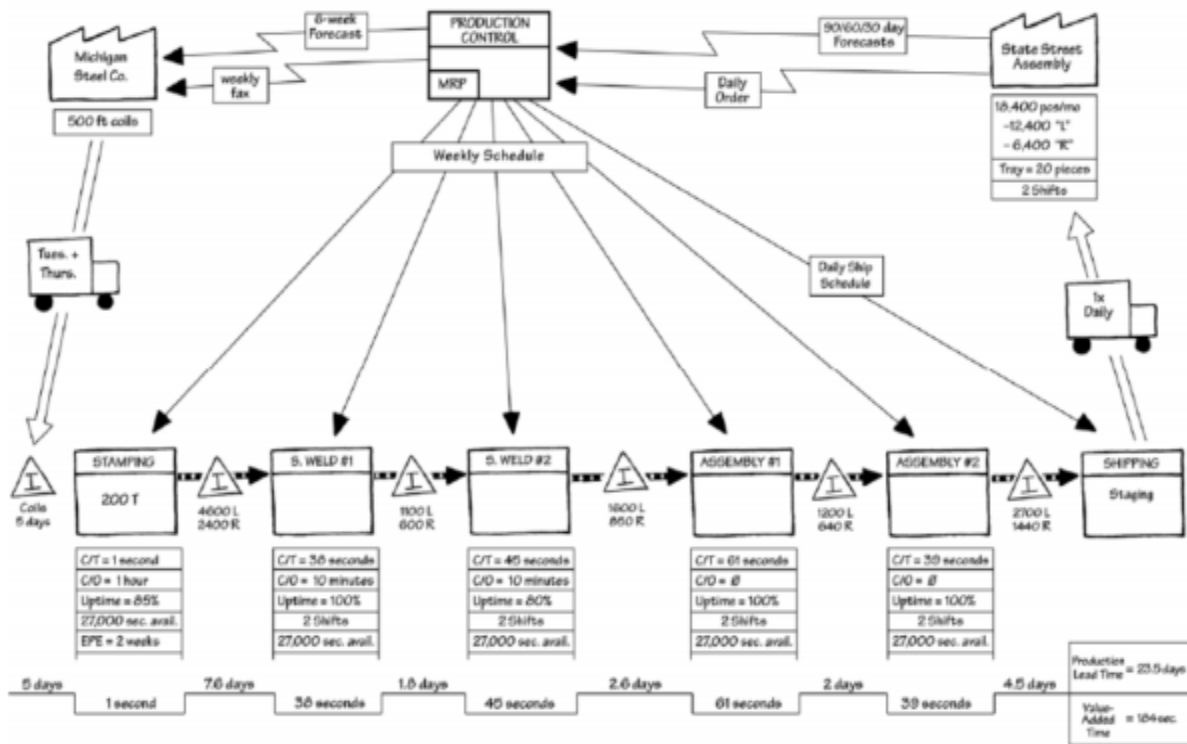


Figura 2 – Exemplo de um VSM (Silva, 2008).

2.2. TOTAL FLOW MANAGEMENT

O *Total Flow Management* é um dos principais pilares do *Lean*. Este controla o fluxo do sistema produtivo, desde a entrada de materiais até à saída do produto acabado. Além disso, este modelo está também relacionado com todas as interações que os produtos sofrem ao longo da cadeia de valor, bem como o fluxo de informação. Este pilar pode-se dividir em 5 pontos essenciais (Coimbra, 2009):

1. Estabilidade Básica
2. Fluxo de Produção
3. Fluxo de Logística Interna
4. Fluxo de Logística Externa
5. *Value stream design*

2.2.1. ESTABILIDADE BÁSICA

Para melhorar o processo produtivo é necessário primeiro olhar para as 4 necessidades básicas, as quais fazem com que o material seja transformado em produto. Estas 4 necessidades designam-se como 4M e são elas:

- *Man* (Pessoas) - É necessário reunir pessoas com habilitações suficientes para que possam realizar o trabalho de forma independente e eficiente
- *Material* (Materiais) – É necessário conter os materiais necessários e com qualidade suficiente para o produto acabado para que não haja paragem no fluxo.
- *Machine* (Máquinas) – As máquinas têm que ter poucas avarias ou paragens não planeadas
- *Method* (Método) – Todos os processos necessitam de estar normalizados e especificados

2.2.2. FLUXO DE PRODUÇÃO

Este tópico contém as ferramentas necessárias para a melhoria do fluxo de produção. Entre elas encontram-se Layout e Desenhos de linhas, Bordo de Linha, Layout Funcional, Layout de processo, Golden Zone.

○ **Layout e Desenhos de Linhas**

Com o desenho do *layout* e respetivas linhas conseguimos analisar todo o sistema produtivo, identificando as fontes de desperdício e possíveis melhorias, as quais podem ser:

- Criação de um *one piece flow* em todas as operações que adicionam valor ao produto final.
- Redução e ideal extinção de todas as operações que não adicionam valor ao produto final.

○ **Layout Funcional**

No *layout* funcional pretende-se uma melhor utilização das máquinas, maior flexibilidade em afetar equipamentos e operadores, redução no tratamento dos materiais, variar tarefas em cada posto de trabalho e conter uma supervisão especializada (Jacobs, 2011).

Small toy assembly 5	Mechanism assembly 8	Shipping and receiving 1	Large toy assembly 6
Metal forming 3	Plastic molding and stamping 2	Sewing 4	Painting 7

Figura 3 – Layout Funcional (Jacobs, 2011).

2.2.3. FLUXO DE LOGÍSTICA INTERNA

No fluxo de logística interna do modelo do *total flow management* contem várias ferramentas utilizadas para a conceção do fluxo de material e informação na logística interna. No entanto, este fluxo não foi abordado neste projeto e como tal não vai ser alvo de uma descrição pormenorizada desta forma temos:

- Supermercados
- Mizusumashi
- Sincronização
- Nivelamento
- Planeamento Pull Flow

2.2.4. FLUXO DE LOGÍSTICA EXTERNA

O Fluxo na Logística Externa tem como objetivo aumentar a velocidade do fluxo de material externo à fábrica. No entanto, este fluxo não foi abordado neste projeto e como tal não vai ser alvo de uma descrição pormenorizada.

2.2.5. VALUE STREAM DESIGN

O *Value Stream Design* é uma ferramenta útil usada para mapear o fluxo de material e informação na fábrica. Nela estão descritas todas as atividades que são neste momento necessárias para transformar matéria-prima e informação em produto acabado ou serviço.

2.3. CICLO PDCA

O PDCA é um método bastante aplicado para controlar eficazmente as atividades de uma organização, principalmente aquelas relacionadas com melhorias. Este facilita a padronização nas informações do controlo de qualidade e a menor probabilidade de erros nas análises, uma vez que torna as informações mais explícitas. O PDCA é constituído pelas seguintes etapas:

Plan - Planear - identificar os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos e políticas pré-determinadas pela empresa.

Do - Fazer, executar – implementar as ações necessárias

Check - Verificar – monitorar e medir os processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos estabelecidos e relatar os resultados.

Act - Agir – efetuar ações para promover a melhoria contínua dos processos.

O PDCA (ver Figura 4) é um ciclo e, por isso, deve estar em constante rotação. Para que este tenha a “rotação” de maneira eficaz, todos os estágios devem acontecer. A eliminação de uma fase causa prejuízos ao processo como um todo (Monden, 2011).



Figura 4 – Ciclo PDCA.

2.4. TIPOS DE DESPERDÍCIOS

Os desperdícios podem adotar diferentes formas. Podem ser encontrados no processamento de um produto ou em entradas e saídas desnecessárias. Podem ainda ser observados na forma de material, *stock*, infraestrutura, utilidades, equipamento, movimentos, documentos e outras atividades que não agregam valor ao produto (Shingo & Dillon, 1989) e (Ohno, 1988).

- **Defeitos** - são essencialmente as inconformidades presentes no produto que não estão de acordo com os requisitos do cliente. Estes estão ligados a vários tipos de perdas: perdas de mão-de-obra e monetárias devido ao custo dos materiais, máquinas, transportes desnecessários, armazenamentos, entre outros.
- **Sobreprodução** - representa a produção de um produto sem que este tenha sido pedido pelo cliente. Isto provoca um aumento de *stock*, o que, conseqüentemente, aumenta o espaço ocupado (que pode ser necessário para armazenamento de outros produtos), os custos de posse e até os transportes podem ser aumentados.
- **Stocks** - este conceito refere-se não só à matéria-prima, mas também ao produto acabado e em processamento. O excesso leva a uma grande área de armazenamento, o que implica um investimento para a mesma, o que por sua vez elevará o custo de posse. Estes *stocks* também vão ocultar elevados tempos de *setup*, retrabalho, atrasos nas entregas, avarias dos equipamentos, etc.

- **Esperas** - As esperas correspondem ao tempo que o operador, recurso ou máquina se encontram parados, podendo dever-se a falta de matéria-prima num posto de trabalho, avarias nas máquinas, ao tempo que o operador espera que a máquina execute uma tarefa, entre outros.
- **Transportes** - Englobam todas as movimentações de materiais, matéria-prima, produto semiacabado e o produto final, entre todas as fases de produção. Algumas dessas são desnecessárias, o que provoca a perda de tempo e recursos humanos
- **Sobreprocessamento** - são operações, repetição destas ou processos de fabrico que não acrescentam valor ao produto, ou seja, são reprocessamento ou operações de retrabalho.
- **Movimentos desnecessários** – são movimentos que não acrescentam qualquer valor ao produto realizados pelo operador. Este desperdício ocorre quando não existe organização e normalização das operações ou processos, ou layouts mal concebidos para o processo de fabrico.

2.5. SMED

A ferramenta SMED (*Single minute exchange of dies*) da autoria de Shingo em 1985, é utilizada para assegurar mudanças rápidas de ferramentas. É uma ferramenta que permite diminuir expressivamente o tempo de *setup* de uma máquina ou linha (Cakmakci, 2009). Setup é uma tarefa primária às atividades de preparação de uma ferramenta ou equipamento para uma nova produção. Este é o intervalo de tempo que se decorre entre a última peça da produção anterior e a primeira peça da série seguinte. Este tempo é um tempo que não adiciona valor nenhum ao produto e no qual se perde tempo de produção e recursos.

Para a sua aplicação, Shingo dividiu as operações que compõem a troca de ferramenta em duas partes:

Setup Internos – os que provocam a paragem da máquina, implicando uma quebra de produção;

Setup Externos – os que podem ser executadas com a máquina em produção.

A aplicação do método tem três estágios operacionais como se pode ver na figura 5.

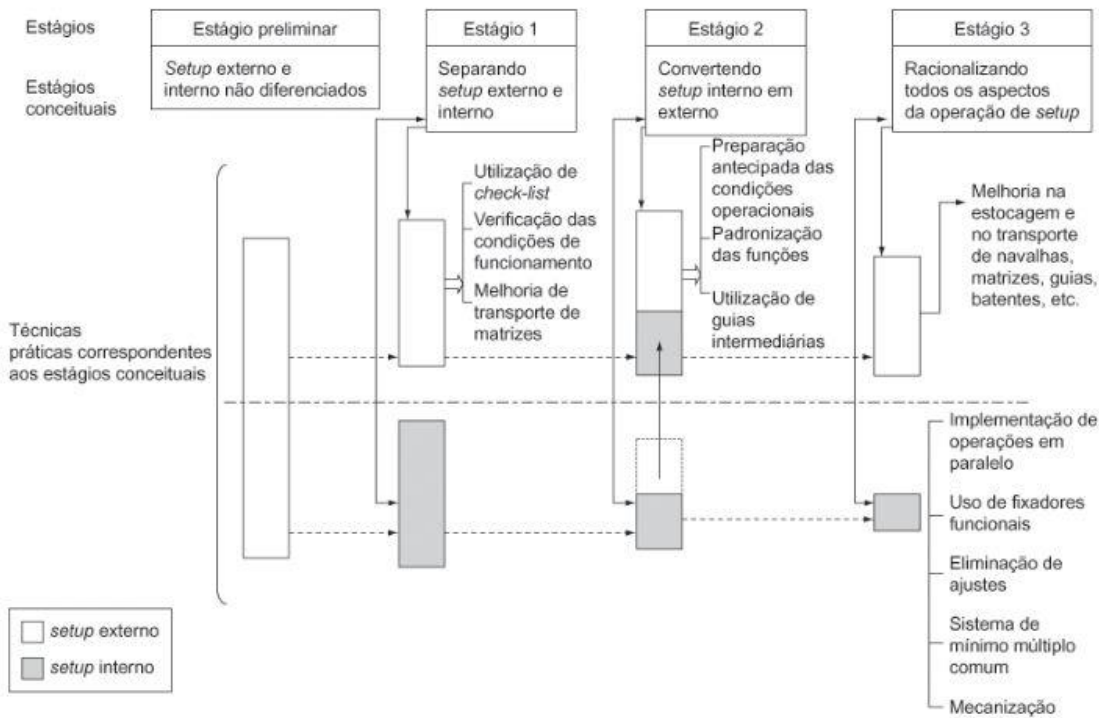


Figura 5 – Estágios do SMED (adaptado (Shingo S. , 2000)).

2.6. KANBAN

Kanban é uma palavra japonesa que significa “cartão”. Este sistema foi criado e desenvolvido pela Toyota Motor Company. Este consistia na associação de um cartão a uma necessidade de entrega de uma certa quantidade de peças e outro à necessidade de fabricar um certo número de peças para que não houvesse falhas nem excessos de peças entre os postos de trabalho (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977) (ver figura 6).

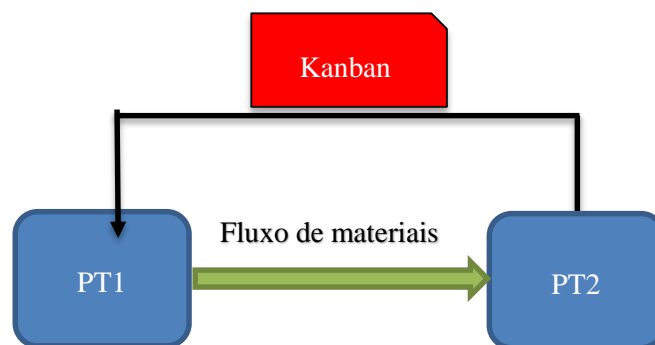


Figura 6 – Exemplo *Kanban*.

Os principais objetivos da implementação deste método são:

- Minimizar inventários em processo e os *stocks* de produtos acabados;
- Minimizar a variação dos materiais em processo, visando simplificar o seu controlo;
- Reduzir o “*lead time*” de produção,
- Descentralizar o controlo da fábrica, fornecendo aos operadores e supervisores de secção tarefas no controlo de produção e de stock;
- Permitir uma maior capacidade reativa do setor produtivo à variação da procura;
- Reduzir os defeitos através da diminuição dos lotes de fabricação;
- Uma rápida circulação de informação entre postos de trabalho
- Uma grande interação entre os postos de trabalho por causa da sua interdependência.

2.7. 5S

A metodologia 5S é um método de gestão de qualidade empresarial desenvolvido no Japão que visa aperfeiçoar aspetos como organização, limpeza e padronização, eliminando assim o desperdício de materiais e as más práticas. O método chama-se 5S devido as cinco palavras japonesas (Osada, 1991).

Seire (Utilização) - esta fase da metodologia consiste apenas em manter no local aquilo que necessitas, separando os materiais que são utilizados com mais frequência do que raramente são utilizados.

Seiton (Organização) – cada objeto tem um local para ser arrumado com a sua devida identificação.

Seiso (Limpeza) - Limpar toda a área de trabalho, aumentando assim a qualidade dos produtos bem como a segurança dos operadores.

Seiketsu (Normalizar) – esta etapa só é possível de ser realizada quando as anteriores estiverem concluídas, esta serve para desenvolver a preocupação constante com a área de trabalho estabelecendo regras e procedimentos para o operário.

Shitzuke (Compromisso) – Manter o método é o essencial, senão o esforço que desenvolvemos nas etapas anteriores é desperdiçado e inserir esta mentalidade como uma forma de vida, e a formação das pessoas e a comunicação deve ser diária para que esta prática não se perca.

2.8. ***POKA – YOKE***

Poka-Yoke é um mecanismo que impossibilita a criação de um defeito num processo de fabrico, isto é, garante que existam as condições adequadas antes de executar o processo. Estes mecanismos podem ser mecânicos, elétricos, visuais, humanos entre outros, desde que impeça/previna a execução errada no processo.

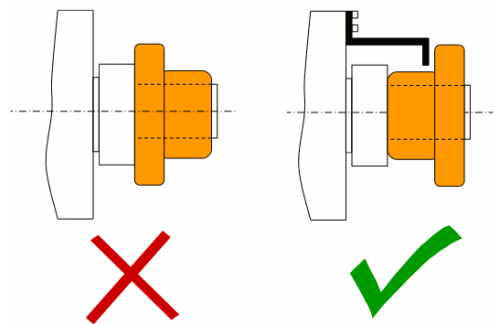


Figura 7 Exemplo *Poka-Yoke*.

2.9. **OTIMIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS**

O diagrama homem-máquina (Figura 8) é utilizado para a otimização de recursos; este reporta os tempos de ocupação do homem, da máquina e das ferramentas durante um ciclo da operação; permite também avaliar as taxas de ocupação dos recursos (Ávila, 2010).

1 operador – 2 máquinas Carregar (C) 4min; Descarregar (D) 2 min; Operação (O) 8 min			
t (min)	Homem	Máquina 1	Máquina 2
	C1	C	P
4			
	C2	O	C
8			
	P		O
12			
	D1	D	
16		C	P
	C1	O	D
18			
	C2		C
22			
	P	O	O
26			
	D1		D
30		C	
	D2	O	D
34			
	C2		C
38			
	P	O	O
42			
	D1		D
46		C	
	D2	O	D

Resumo:
Ciclo = 14 min
Ocupação das máquinas = 100%
Ocupação do operador = 85%
Taxa de produção = 9,2 peças/hora

Figura 8 – Diagrama Homem-Máquina (Ávila, 2010).

2.10. GESTÃO VISUAL

Esta ferramenta tem como objetivo expor a informação com o objetivo de apoiar os operadores nas suas operações, conseguindo facilitar o trabalho aos que possuem menos experiência. Esta tem que ter uma linguagem simples, inteligível para o operador. Esta ferramenta ajuda na gestão e no controlo dos processos de produção, evitando erros e diminuindo desperdícios (Pinto, 2009).

2.11. GOLDEN ZONE

A golden zone é definida pela área de trabalho na qual o operário tem melhores condições ergonómicas, o que faz com que ele aumente a sua produtividade em virtude das condições mais favoráveis de que dispõe. Esta não promove movimentos que não sejam naturais do corpo humano, o que permite que o operador tenha mais facilidade em realizar a operação.

Para privilegiar o operador e melhorar a ergonomia, e com isso reduzir o desperdício e lesões ao operador, o posto de trabalho deve privilegiar a zona verde marcada na figura

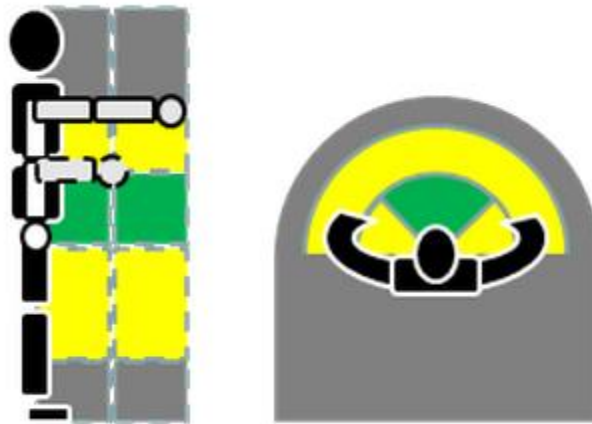


Figura 9 – Golden Zone (4lean, 2010).

2.12. HEIJUNKA

Heijunka é um conceito relacionado com a programação da produção. Este é um termo japonês que significa sequenciamento da produção, que tem como principal objetivo diminuir irregularidades da procura, produzindo assim pequenos lotes e reduzindo inventários. O *heijunka* permite nivelar a entrada de produtos em produção e sequenciar as encomendas de produção (James P. Womack, 1996).

	Mon	Tues	Wed	Thurs	Fri	Sat	Sun
Part A							
Part B							
Part C							
Part D							
Part E							

Build Order
↓

Figura 10 – Exemplo de *Heijunka*.

2.13. CASOS DE SUCESSO DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS

- **Caso 1** (Domingues, 2012)

O exemplo a seguir apresentado é realizado na empresa SramPort, empresa que se dedica ao fabrico e montagem de bicicletas.

O objetivo deste trabalho foi reduzir os tempos de mudança de fabrico em linhas de montagem de correntes de forma a libertar recursos para outras intervenções.

Para essa redução o autor teve como referência vários princípios de *Lean Manufacturing* e em especial atenção a metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*).

Neste trabalho o autor analisou as quatro linhas de montagem existentes e como todas tinham procedimentos parecidos, optou por selecionar o grupo mais complicado para ser estudado. Deste modo surgiram melhorias para todos eles.

Com a aplicação destas metodologias, obteve uma redução de 47% no tempo total de paragem de produção para o grupo mais complicado. Dentro dos outros grupos, houve ainda alguns a apresentar melhorias de 70%.

- **Caso 2** (Andrade, 2013)

Este caso de estudo é desenvolvido na empresa General Electric Power Controls Portugal na área dos metais.

O objetivo deste estudo é redução de tempos de preparação das prensas aplicando princípios e ferramentas *Lean Production* como 5S, Gestão visual, *Jidoka*, *Kanban*, SMED e JIT.

Com o estudo destas ferramentas permitiu identificar alguns problemas na área, como a desorganização, excesso de *stock* e o excesso de tempo de preparação na mudança de ferramenta nas prensas.

Com as implementações das propostas feitas pelo autor foi possível reduzir o tempo de preparação da prensa em 83%, os custos de movimentações em 83%. Reduziu ainda o *stock* em 41% com a aplicação do método *kanban* e a aplicação do método *poka-yoke* diminuiu a sucata.

3. CASO DE ESTUDO

Neste capítulo é feita uma apresentação da empresa acolhedora do estágio e é descrita a situação de partida do sistema produtivo de escadotes, uma secção com menor investimento por parte da empresa, dado corresponder só a aproximadamente um sexto das vendas totais.

3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A FUTE S.A (FUTE, 2011) (figura 10) é uma empresa portuguesa que se dedica, maioritariamente, ao fabrico de tábuas de engomar, escadotes de alumínio e de metal. A empresa está sediada em Cesar, distrito de Aveiro, na Rua de S. Pedro n.º 408.



Figura 11 – Entrada da empresa.

Faz também parte da empresa uma secção de alumínio, situada a 1 km de distância, onde ocorre a produção dos escadotes e todo o corte de alumínio.

3.1.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Na tabela 1, apresenta-se o resumo da história da empresa, que, tendo decorrido mais de 50 anos desde a sua fundação, continua no ativo. Esta está assente numa estrutura familiar.

Tabela 1 – História da Empresa.

Ano	Acontecimento
1964	Ano de fundação
2002	Certificação pela TUV Rheinland na qualidade com a ISO9001
2005	Certificação pela TUV Rheinland no ambiente ISO14001
2015	Certificação pela TUV Rheiland na energia ISO50001

3.1.2. VISÃO, MISSÃO E VALORES DA EMPRESA

A FUTE S.A tem como objetivo ser uma empresa de sucesso e referência internacional, sustentada na marca Afer ou no cliente, e procura oferecer a melhor relação qualidade/preço. A sua missão é criar e desenvolver produtos simples, funcionais e viáveis, que se adaptem a cada segmento de mercado e às suas diferentes necessidades. Os valores definidos são:

- Assegurar com muita responsabilidade e eficiência, a satisfação das expectativas dos mercados e do meio envolvente, visando o Desenvolvimento Sustentável;
- Fornecer produtos altamente competitivos, tendo especial atenção à otimização dos recursos naturais durante a conceção e produção;
- Envolver todas as pessoas na dinâmica da FUTE e na proteção do meio ambiente, transmitindo-lhes uma cultura assente nos valores da ética, da verdade e do respeito mútuo;

- Recorrer a métodos preventivos e à melhoria contínua, na obtenção da máxima eficácia produtiva e na proteção ambiental, garantindo também o cumprimento dos requisitos legais e outros.

3.1.3. MERCADOS

A empresa tem um leque de clientes que abrange não só o mercado nacional, como também é referência internacionalmente. Dentro dos clientes nacionais destaque para o grupo Sonae, Pingo Doce, Jumbo e Leroy Merlin. Estes são responsáveis por 28% das vendas feitas pela FUTE, S.A.

Em relação ao mercado internacional, a FUTE, S.A exporta para Espanha, França, Reino Unido, Grécia, Brasil, Estados Unidos da América, Bélgica, Marrocos, Rússia, Itália, entre outros. Estes representam 72% das vendas, valor este que confere à marca Afer um reconhecimento à escala mundial (figura 12).

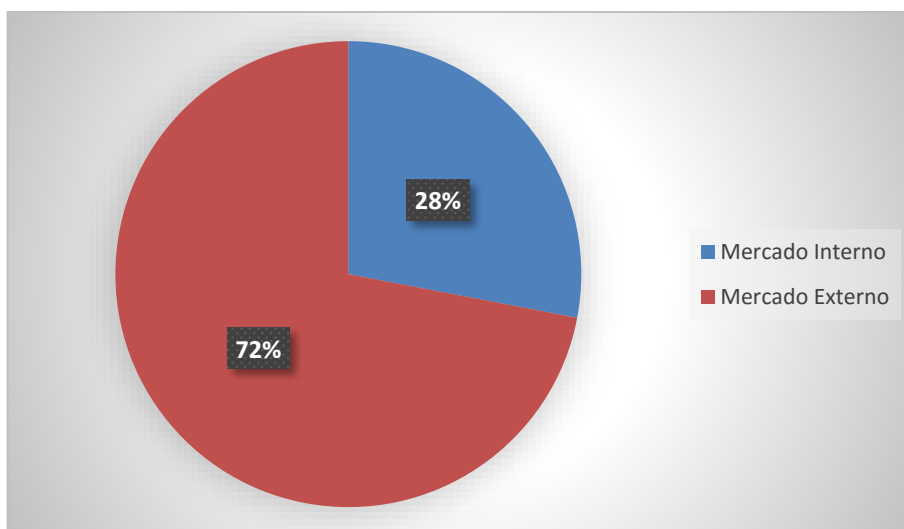


Figura 12 – Mercados interno e externo da empresa.

3.1.4. CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO

Através de uma análise foi feito um quadro resumo para a classificação do sistema produtivo da FUTE (tabela 2).

Tabela 2 – Sistema produtivo da FUTE.

Parâmetros	Classificação
Implantação	<i>Implantação por processo ou oficina de fabrico, uma vez que existe uma elevada variedade de artigos</i>
Fluxo de Materiais	<i>Intermitente</i>
Relação com o Cliente	<i>Fabrico para stock. A empresa de acordo com as encomendas do cliente aprovisiona, fabrica, monta e entrega</i>
Quantidades Produzidas do mesmo Produto	<i>Produção por lotes, uma vez que o sistema é caracterizado por pequenas séries e apresenta um largo volume em curso e de armazenamentos ao longo do processo</i>
Tipologia da Estrutura dos Produtos	<i>Convergente</i>
Variabilidade dos Produtos Produzidos	<i>Diferenciados</i>
Gama Operatória	<i>Diferentes</i>
Natureza dos Produtos	<i>Discreta</i>
Caracterização da Procura	<i>Variável e imprevisível</i>
Organização	<i>Flexível</i>
Produção no Espaço	<i>Concentrada</i>

3.2. SITUAÇÃO INICIAL

Numa primeira fase, o projeto consistiu na aprendizagem e observação das atividades decorridas no espaço fabril e armazéns, bem como o seu funcionamento. De seguida, foi descrito todo o processo produtivo, dando especial ênfase a alguns subprocessos, em particular ao seu método de trabalho antes das alterações e os fluxos principais.

De forma a perceber o planeamento, organização e produção realizada pela secção dos escadotes (Anexo A) é necessário analisar cada um deles isoladamente, e, de seguida, analisar criticamente a situação inicial.



Figura 13 – Escadote.

3.3. PLANEAMENTO

O planeamento da produção é realizado pelo “chefe de produção”, que define o seu *stock* semanal e gere a produção à medida que o produto sai do armazém. Notou-se, então, falta de comunicação entre o chefe de secção e o chefe de produção o que faz atrasar a produção. A organização dos operários e o planeamento é efetuado após todos estes procedimentos.

3.4. ORGANIZAÇÃO E PRODUÇÃO

Nesta fase, o chefe de secção alocava os operários pelos postos de trabalho (Anexo B) de forma casuística.

Os operários trabalhavam com elevado número de armazenamentos intermédios, os quais se deviam aos elevados tempos de *Setup* e à falta de formação do chefe de secção. Os elevados armazenamentos ficavam retidos no interior da fábrica durante algum tempo e alguns até eram dados como sucata devido a produtos descontinuados.

De seguida apresentam-se as imagens referentes aos armazenamentos efetuados. A figura 13 refere-se ao armazenamento de frentes cortadas e furadas, na qual o objetivo se destinava à manutenção da máquina de furação de frentes. Devido ao seu elevado tempo de *Setup*, estas ficavam cortadas e furadas até haver uma ordem de produção. A mesma imagem mostra o armazenamento de traseiras cortadas, as quais ficam à espera de serem transferidas para a furação.



Figura 14 – Armazenamentos intermédios.

Estas imagens referem-se aos produtos descontinuados, como, por exemplo, os escadotes de dois degraus, que, devido aos armazenamentos, ficaram em armazém, como retratado na figura 15.



Figura 15 – Exemplo de produtos descontinuados.

Para compreender melhor a organização da empresa e os seus fluxos, procedeu-se à análise do digrama de processo e a planta com os seus fluxos (figuras 16 e 17).

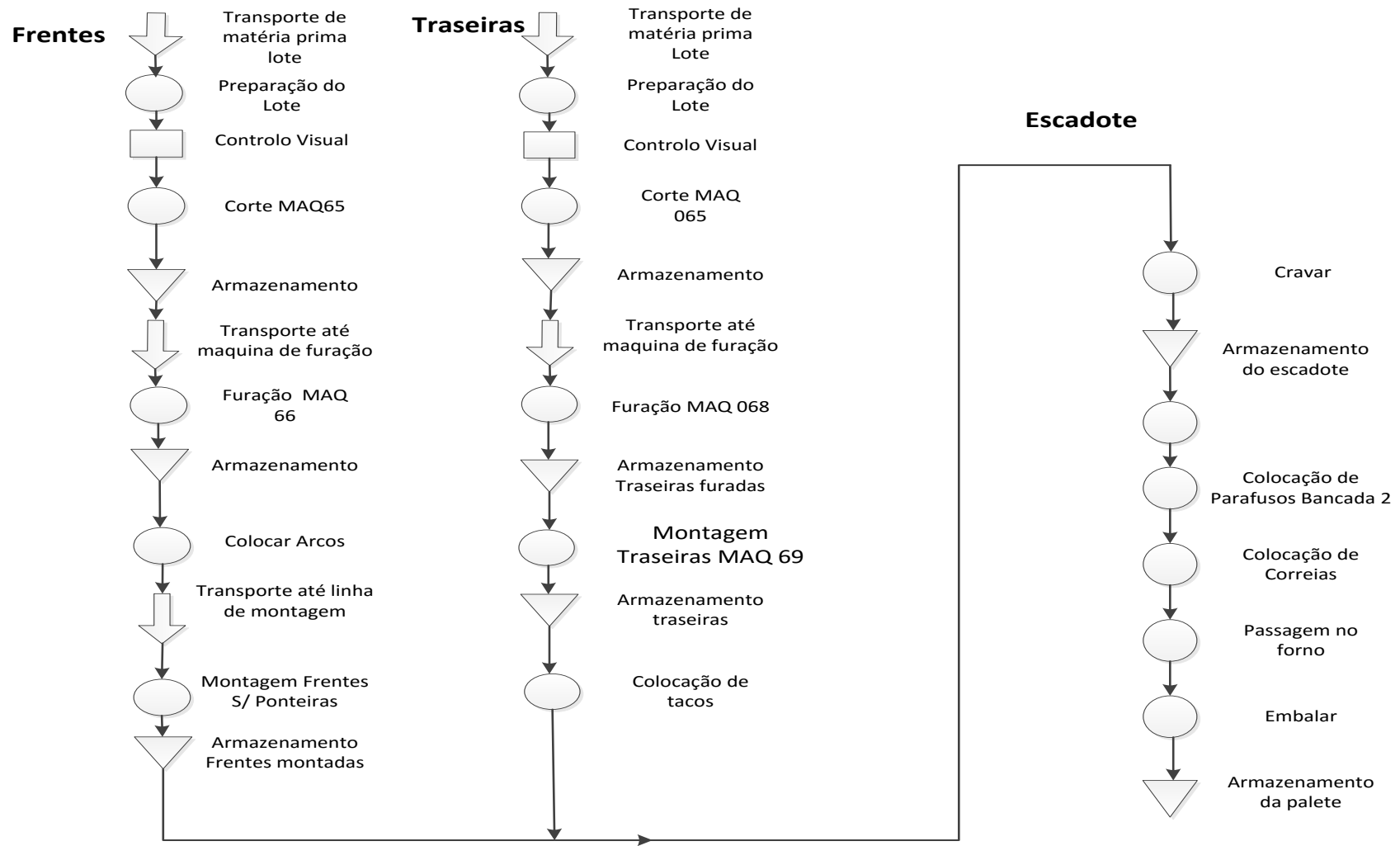


Figura 16 - Diagrama de processo (inicial)..

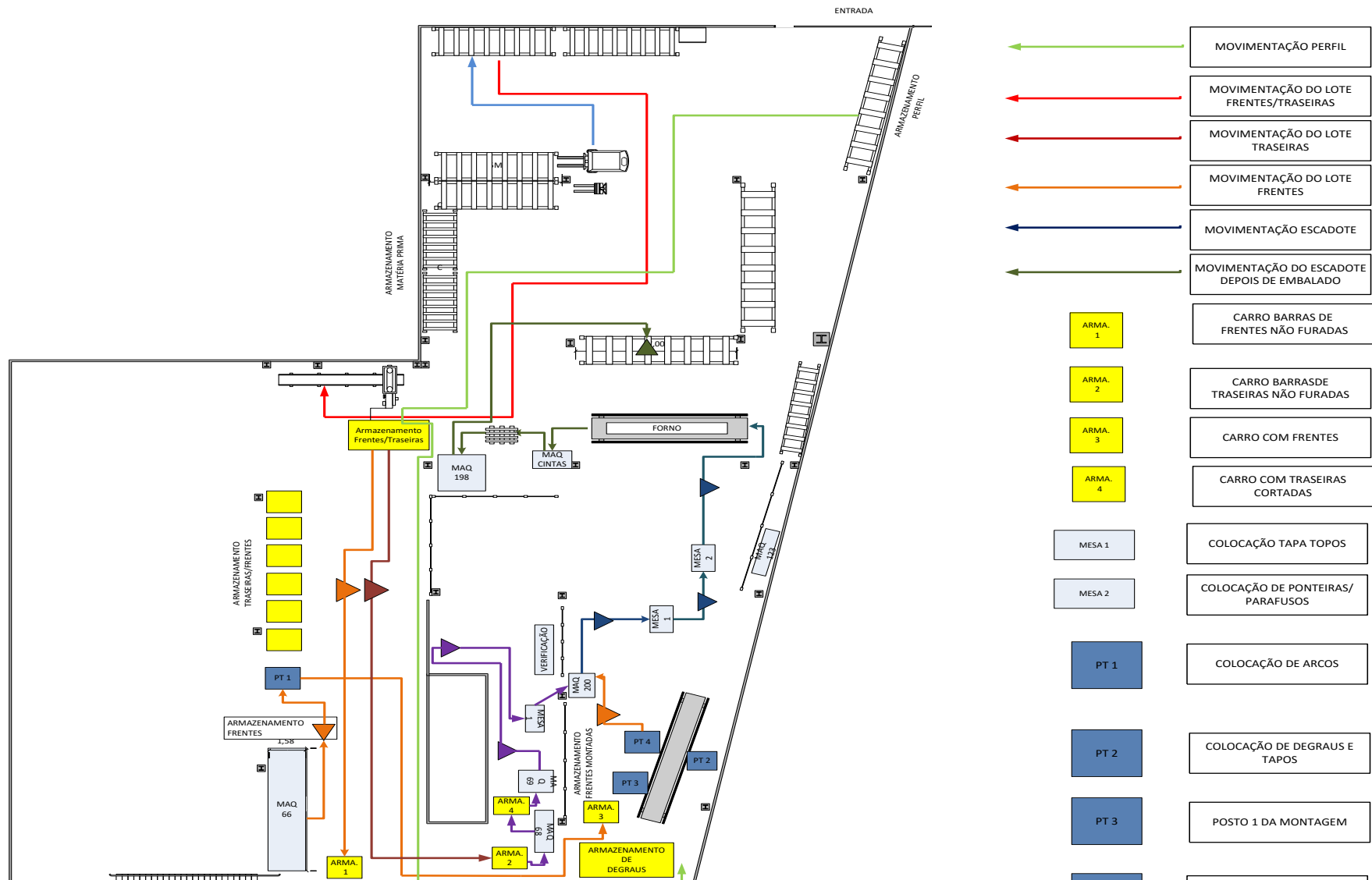


Figura 17 – Planta com fluxos (inicial).

A organização dos operários a alocar aos postos era feita de uma forma pouco sequenciada, sem pensar em nivelamentos de produção.

Após a chegada da matéria-prima, um operário era alocado no corte de lotes que iriam constituir as frentes e traseiras (MAQ.65), um outro operário no corte de perfil de degraus (MAQ.71), havendo em ambos um armazenamento elevado. Um terceiro operário efetuaria a furação das frentes (MAQ.66), uma vez que esta máquina não tem problemas de abastecimento de componentes, pois a máquina de corte apresenta uma cadência produtiva superior. Em ambos os postos eram criados armazenamentos devido ao elevado tempo de *Setup* das máquinas. Isto significa que, se chegassem 3 lotes para frentes e traseiras, o que permitiria produzir em média 600 escadotes, seriam cortados e furados todos e eram armazenados, enquanto outros operários iam preparando o tapete (PT2) e outro colocando arcos (PT1). Quando terminassem, iam para a zona de montagem de frentes (TAPETE), a qual para funcionar necessitava de 3 operários. Daqui saía uma frente montada sem ponteiras, onde estas eram armazenadas até o espaço junto ao tapete estar lotado. Posteriormente furavam (MAQ. 68), montavam (MAQ. 69) e colocavam a tapa-topos (MESA 1) nas traseiras e cravavam (MAQ. 200). Os escadotes estavam armazenados ao lado da máquina 200 mas devido ao elevado número de frentes produzidas, algumas estavam perto e outras longe do mesmo, o que implicava uma deslocação para os colocar junto à máquina. Com isso era perdido muito tempo, o qual não acrescenta valor ao produto, como descrito posteriormente.

Após o escadote ser montado era necessário alterar a disposição dos equipamentos na fábrica. Para isso, os operadores deslocavam as mesas para uma nova posição, com o objetivo de prosseguir as próximas operações: colocar ponteiras (MESA 1) e aparafusar (MESA 2). Em seguida, o escadote era passado no forno onde era cintado, arrumado na paleta e embalado (MAQ 198).

✓ **Análise das atividades**

Para que a análise do diagrama sequencia-executante seja mais detalhada para um escadote de 4 degraus, dividimos o escadote em 3 partes: frente, traseira e escadote. Algumas das atividades de transporte não foram pormenorizadas, dado a sua realização ocorrer quando não havia espaço perto do posto de armazenamento, sendo por isso necessário armazenar longe do posto. Consequentemente, os operários tinham de pegar no escadote inúmeras

vezes, movimentando-o de local para local. Além do tempo perdido, o operário realizava um esforço físico muito elevado.

Processo Antigo <input checked="" type="checkbox"/>			Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº
Processo Atual <input type="checkbox"/>								1
Processo Proposto <input type="checkbox"/>								
Processo: Fabrico de uma frente			Data: 07-02-2015					
Sector: Alumínio			Responsável: Tiago Silva					
Passo	Distancia (m)	Tempo (s)	OPERAÇÃO	TRANSP.	CONTROLO	ESPERA	STOCK	Descrição
1	24	200	○	→	□	⌋	▽	Transporte do lote até à Maq. 65
2		170	●	→	□	⌋	▽	Preparação do lote
3		2	○	→	■	⌋	▽	Controlo das Barras
4		5	●	→	□	⌋	▽	Corte Maq. 65
5		1	○	→	□	⌋	▽	Armazenamento de frentes cortadas
6	22	60	○	→	□	⌋	▽	Transporte até Maquina 66
7		34	●	→	□	⌋	▽	Furação Maquina 66
8		2	○	→	■	⌋	▽	Controlo da peça furada e cortada
9		2	○	→	□	⌋	▽	Armazenamento de frentes cortadas e furadas
10		20	●	→	□	⌋	▽	Colocação de Arcos
11	16	45	○	→	□	⌋	▽	Transporte até linha de montagem
12		58	●	→	□	⌋	▽	Montagem frentes s/ponteiras
13		4	○	→	□	⌋	▽	Armazenamento

Processos			Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº
Processo Antigo <input checked="" type="checkbox"/>								1
Processo Atual <input type="checkbox"/>								
Processo Proposto <input type="checkbox"/>								
Processo: Fabrico de uma traseira			Data: 06-02-2015					
Sector: Alumínio			Responsável:					
Passo	Distancia (m)	Tempo (s)	OPERAÇÃO	TRANSP.	CONTROLO	ESPERA	STOCK	Descrição
1	24	200	○	→	□	∩	▽	Transporte do lote até à Maq. 65
2		150	●	→	□	∩	▽	Preparação do lote
3		2	○	→	■	∩	▽	Controlo visual das Barras
4		5	●	→	□	∩	▽	Corte Maq. 65
5		1	○	→	□	∩	▽	Armazenamento de traseiras cortadas
6	22	60	○	→	□	∩	▽	Transporte até Máquina 68
7		8	●	→	□	∩	▽	Furação Máquina 68
8		1	○	→	■	∩	▽	Controlo da peça furada e cortada
9		3	○	→	□	∩	▽	Armazenamento de traseiras cortadas e furadas
10		45	●	→	□	∩	▽	Montagem traseiras
11		2	○	→	■	∩	▽	Armazenamento + controlo
12	9	6	○	→	□	∩	▽	Transporte até Bancada 1
13		35	●	→	□	∩	▽	Colocação de tacos
13	3	4	○	→	□	∩	▽	Transporte até Maq 200

Processos			Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº
Processo Antigo <input checked="" type="checkbox"/>								1
Processo Atual <input type="checkbox"/>								
Processo Proposto <input type="checkbox"/>								
Processo: Montagem da frente com traseira			Data: 12-02-2015					
Sector: Alumínio			Responsável:Tiago Silva					
Passo	Distancia (m)	Tempo (s)	OPERAÇÃO	TRANSP.	CONTROLO	ESPERA	STOCK	Descrição
1		45	●	→	□	∩	▽	Cravar
2		3	○	→	□	∩	▽	Armazenamento
3		53	●	→	□	∩	▽	Colocação de correias 5/6/7/8
4		10	○	→	□	∩	▽	Armazenamento
5		37	●	→	□	∩	▽	Colocação de Ponteiros Bancada 1
6		3	○	→	□	∩	▽	Armazenamento
7		45	●	→	□	∩	▽	Colocação de parafusos Bancada 2
8		5	○	→	□	∩	▽	Armazenamento
9		54	●	→	□	∩	▽	Colocar no forno
10		120	●	→	□	∩	▽	Cintar escadotes Carrefour
11		80	●	→	□	∩	▽	Filmar
12	20	50	○	→	□	∩	▽	Transporte da palete
13		10	○	→	□	∩	▽	Armazenamento da palete

Figura 18 – Gráfico de fluxo de processo.

Resumo

A Tabela 3 não contém os transportes do abastecimento dos postos, estes também eram feitos pelo operador, mas como são difíceis de quantificar não foram colocados. Os tempos de transporte, operação, controlo e armazenagem foram calculados por escadote, supondo que um lote transporta 200 peças.

Tabela 3 – Resumo das operações.

Atividade	Antigo	Distância (m)	Tempo (s)
Operação	17		507,35
Transporte	8	140	16,8
Espera	0		
Controlo	5		9
Armazenagem	9		52,5

3.5. POSTOS DE TRABALHO E SEU ABASTECIMENTO

Os postos de trabalho não tinham armazenamento de materiais próximo, o que provocava da parte dos operadores, aquando do término dos materiais, uma deslocação extra. A inexistência de abastecimento, o qual impediria o operário de sair do seu posto, originava quebras na produção. Além disso, não tinham instruções de trabalho, o que provocava que os operadores perguntassem constantemente ao chefe de secção qual a ferramenta a utilizar, a matéria-prima que podia ser aceite, entre outros problemas. Estes também não possuíam as ferramentas necessárias para a alteração de ferramentas da máquina, abertura de lote, o que, conseqüentemente levava a que o operador saísse do seu posto. Os armazenamentos entre operações também eram distantes do mesmo. Estas elevadas distâncias percorridas constituem trabalho que não acrescenta valor ao produto.

Como se pode ver na figura 19, a traseira, depois de montada, era armazenada atrás da máquina. Quando este espaço estava ocupado, o operário armazenava pela segunda vez, para que o operário responsável por colocar os tacos na mesa 1, tivesse de se deslocar para trazer as traseiras para o seu posto de trabalho.

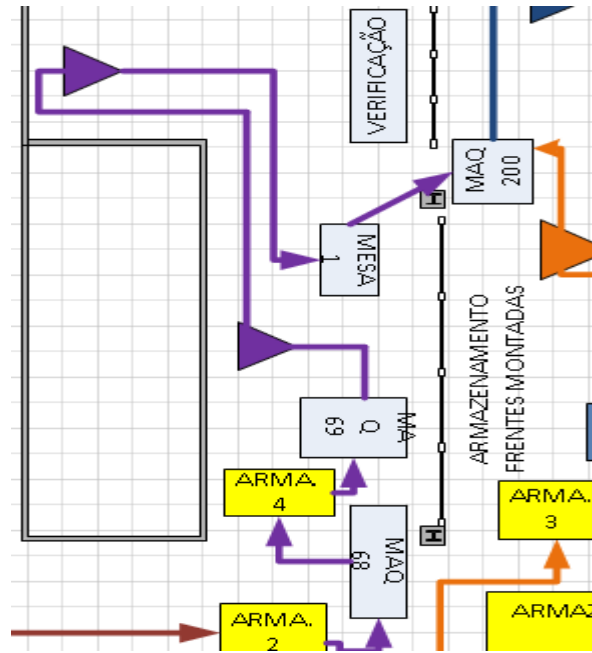


Figura 19 – Exemplo deslocamentos para armazenar.

A figura 20 representa a operação de colocação de arcos, na qual o operário possuía caixas de 110 arcos, onde ele tinha de se deslocar de 110 em 110 arcos que colocasse para reabastecer o seu posto de trabalho.

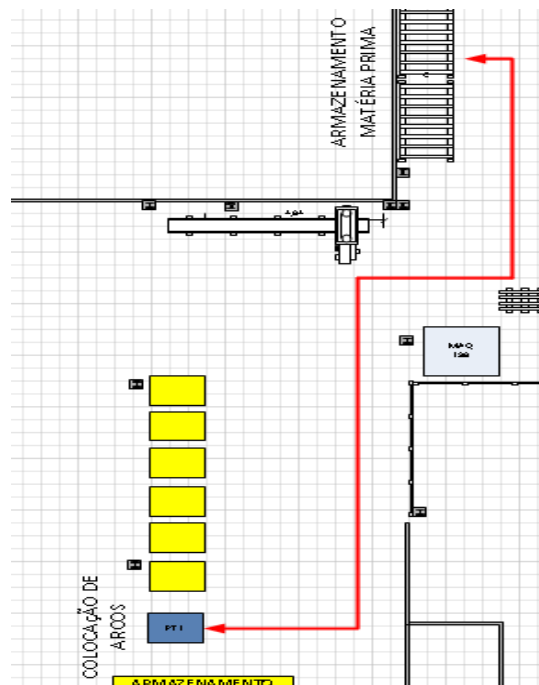


Figura 20 – Deslocação para abastecimento do posto.

3.6. TEMPOS DE *SETUP*

As máquinas de corte e furação tinham elevados tempos de *setup* (Tabela 4), o que provocava a criação de armazenamentos elevados para não alterar as máquinas, o que se repercutia num elevado tempo de produção de produto final.

Tabela 4 – Estado inicial *setup*.

Máquina/mesas	Nº de peças produzidas média (Unid)	Tempo médio (s)
Maq 65	1600	360
Maq 66	1000	960
Maq 71	400	90
Mesas	200	120

A régua da máquina de corte (Figura – 16) não continha qualquer tipo de marcação, sendo ajustada com fita métrica desde o disco ao batente. Isto provocava incerteza nos valores medidos devido ao erro humano, o que levava a vários ajustes. O seu aperto também era um pouco rudimentar, fazendo isto com que o operador gastasse muito tempo no mesmo.



Figura 21 – Régua de regulação para máquina de corte.

3.7. FALTA DE ORGANIZAÇÃO, NORMALIZAÇÃO E RECEÇÃO DE MATERIAIS

Alguns dos materiais que eram apresentados na secção de alumínio não tinham local de armazenamento nem identificação do local. Além disso, não existia uma definição de *stock* mínimo, quando havia falta, o material era pedido. Por exemplo: um atraso da parte do fornecedor obrigava ao corte de outro lote que não era da mesma medida, com o objetivo de cumprir com o prazo de entrega. Isto, como é óbvio, acarreta desperdícios. O operador, uma vez que não havia local de armazenamento nem identificação, tinha problemas em encontrar material e perdia tempo de produção.

Algum material era recebido pela secção de serralharia da FUTE, onde os problemas maiores eram: a forma como o pedido era realizado um pouco aleatória, a falta de metodologia para o mesmo. Havia material que chegava em recipientes mal identificados, o que causava erros na organização e no planeamento da produção, o que obrigava a paragem na linha pela demora da entrega. A figura 22 exemplifica a desorganização do material recebido não identificado, que está a ocupar espaço que pode ser necessário



Figura 22 – Desorganização do material recebido.

A figura 23 representa algum do tempo perdido para encontrar a etiqueta necessária para colocar no escadote e o tempo desperdiçado para tal.



Figura 23 – Gaveta de arrumo de etiquetas.

3.8. COMPETÊNCIAS DOS OPERADORES

Esta secção contém operários que, já com bastantes anos de casa, mostravam-se relutantes com a mudança, sendo que chegavam a comunicar ao chefe de secção que não sabiam operar em determinados locais. Estes, quando eram alocados nesses postos aos quais não estavam habituados, a produção era menor, isto não era provocado pela menor competência do mesmo, mas antes pela sua elevada resistência, a qual provocava um elevado desgaste de alguns operadores pela inexistência de rotação. A máquina de furação também apresentava falhas, pois só dois operários dominavam a sua operação. Para uma melhor análise construiu-se uma tabela matriz de competências de Operador/ Máquina nos postos mais críticos (Tabela 5).

Esta matriz contém 4 níveis:

- Nível 1 - Não tem competência
- Nível 2 - Sabe operar
- Nível 3 – Sabe operar com destreza
- Nível 4 – Sabe operar com destreza e alterar ferramenta

Tabela 5 Competências do operador/posto.

Op. \ MAQ.	MAQ. 65	MAQ. 66	MAQ. 68	MAQ. 69	MAQ. 71	MAQ. 200	PT3	PT4
Abílio	2	1	3	1	4	1	1	1
Albano	4	4	4	2	4	2	3	3
Hélder	4	1	2	4	4	3	3	3
Ana	2	1	2	4	1	3	2	2
Hugo	4	4	4	4	4	3	3	3
Carlos	3	1	4	4	4	1	1	1

Ao analisar a matriz, verifica-se a inexistência de polivalência por parte de alguns operadores em certas máquinas e postos, o que representa um fator crítico para a empresa.

A rotação de posto era nula, o que criava muitos problemas devido ao elevado número de repetições e cansaço denotado por parte dos operadores.

3.9. DIAGRAMA HOMEM MÁQUINA

Este diagrama foi utilizado na máquina 66 para otimizar os recursos e pormenorizar o elevado tempo que o operador estava parado a realizar a operação de furação, como se pode ver no Anexo C.

tciclo = 160 seg

$$\text{Taxa Ocupação Operador} = \frac{160-110}{160} \times 100 = 31,25\%$$

Taxa Ocupação Máquina = 100%

Taxa Produção = 90 peças por hora

3.10. ANÁLISE ERGONÓMICA DOS POSTOS DE TRABALHO E PRODUÇÃO

Os postos de trabalho, planeamento e organização da produção denotavam uma reduzida preocupação pela ergonomia dos trabalhadores.

Os operadores transportavam, de forma continuada e excessiva, escadotes de posto para posto. Nas máquinas de corte e furação tinham de se baixar muito para armazenar os materiais. No tapete de montagem, as máquinas tinham um peso considerável o que, aliado à força para colocar o rebite, fazia com que o operador se queixasse de dor nas mãos devido à falta de rotação dos operadores. Nos escadotes com um número mais baixo, o operador para colocar as correias tinham de se baixar. A arrumação dos degraus e o número de vezes em que o operador pegava neles para os colocar no seu local de armazenamento também eram fatores preocupantes (figura 24).

A colocação do arco também não tinha em vista a ergonomia. Quando se tratava de um escadote de dimensão maior, maior era a altura da colocação do arco, logo o operador tinha de se colocar em cima de uma caixa para ter a altura necessária para executar a operação.

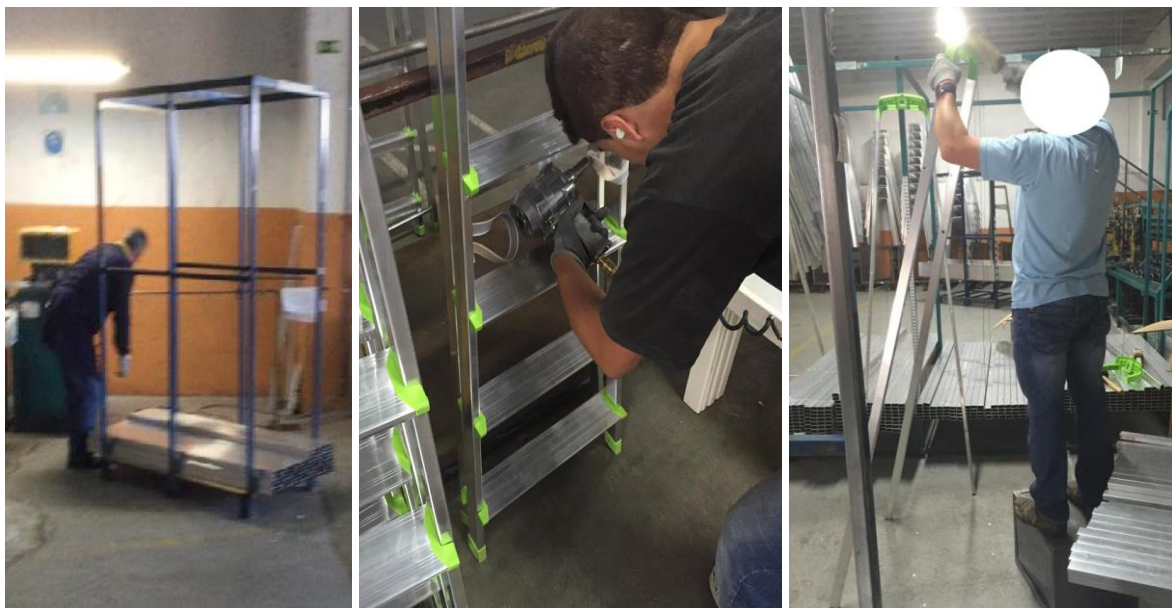


Figura 24 – Exemplos da falta ergonomia.

3.11. BAIXA PRODUTIVIDADE

Ao olhar para a produção semanal, é possível constatar que, em certas semanas, a secção produzia armazenamento intermédio, isto é, passava dias no corte e na furação, onde a produtividade era baixa, seguida por semanas onde ela aumentava muito. Assim, conclui-se

que a produção não era constante. Mais ainda, a inexistência de tempos das operações não permitia calcular medidas de desempenho por operação, o que dificultava o trabalho do chefe de secção. Tal como se pode ver na Tabela 6 a média de produtividade é 2,97 peças/h.

Tabela 6 – Tabela de produtividade.

Data	Semana	Nº de Escadotes Produzidos (u)	Nº de Horas de Produção (h)	Nº de Operários	Produtividade (peças/h)
2014	46	687	160	4	4,29375
	47	598	158,5	4	3,772870662
	48	529	200	5	2,645
	49	220	196	4	1,12244898
2015	1	433	160	4	2,70625
	2	566	160	4	3,5375
	3	455	200	5	2,275
	4	537	200	5	2,685
	5	726	200	5	3,63

3.12. DESORGANIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS NA SECÇÃO FABRIL E INEXISTÊNCIA DE ZONA DE MANUTENÇÃO

As ferramentas encontravam-se desorganizadas dentro da própria caixa de ferramenta. Além disso não estavam identificadas, o que levava os operários a perderem muito tempo à procura destas. A falta de uma zona de manutenção também era um grande problema pois, se tivessem de fazer manutenção a alguma máquina ou equipamento não tinham um local apropriado para o fazer.

As ferramentas para a manutenção encontravam-se espalhadas pela fábrica. Por exemplo, para utilizar a rebarbadora não havia um local fixo, o que poderia por em risco a saúde do operador.



Figura 25 – Desorganização da caixa de ferramentas.

3.13. PROBLEMAS COM A QUALIDADE

Reparou-se que o produto final, continha alguns riscos e sujidade. Analisando máquina a máquina, processo a processo e transporte a transporte, com o objetivo de minimizar os defeitos, foram encontrados alguns problemas em certas máquinas e processos.

Os riscos eram provocados pelo transporte, pois o carro que o transportava com o arco não possuía proteção, o que fazia com que o alumínio riscasse no ferro (figura 26). Na mesma figura mostra-se a máquina de corte, onde o operador tinha de utilizar o ar comprimido para remover a limalha, com a finalidade não riscar o alumínio

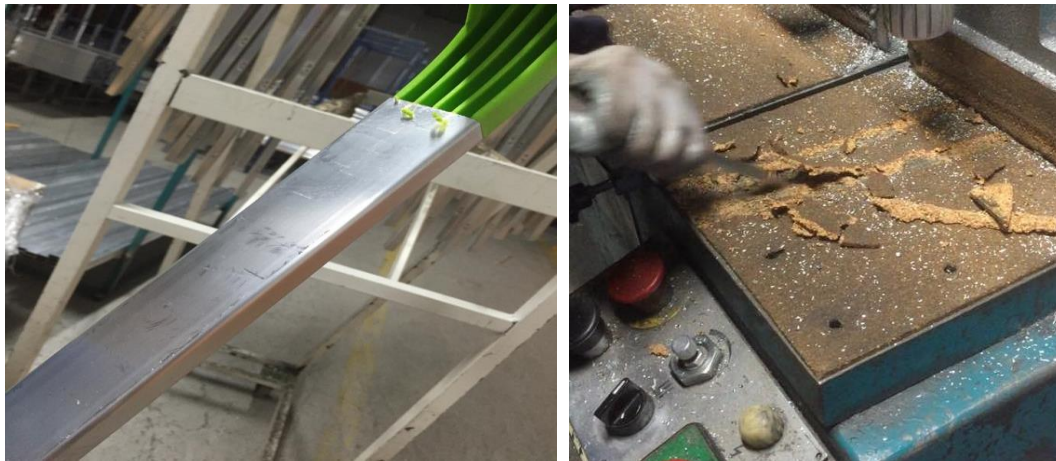


Figura 26 – Problemas com a qualidade.

4. PROJETOS DE MELHORIA

Neste capítulo são descritas as principais propostas de melhoria para a empresa. Estas propostas têm como principal finalidade a melhoria do processo produtivo e a eliminação de todos os desperdícios, tendo como base de análise o capítulo anterior, onde foram identificados os problemas críticos. Estas propostas tinham de ser ponderadas pelo seu custo, pois a empresa passa por graves problemas financeiros.

4.1. PLANEAMENTO E ORDENS DE PRODUÇÃO

As ordens de produção inexistentes e o *stock* de produto final necessário para satisfazer as encomendas semanais do principal cliente sem que ocorra falha na entrega, constituem alguns dos problemas identificados na secção de alumínio.

Com o objetivo de satisfazer as encomendas, foi necessário armazenar *stock* de todos os materiais. Para que tal acontecesse, analisaram-se todos os *lead time* de entrega de todos os fornecedores e, com a devida antecedência, eram feitos os pedidos de encomenda para que não existissem problemas nem com a produção nem com a entrega.

Assim, definiu-se um *stock* mínimo médio de produto acabado a ter em armazém, calculado com base nas vendas do ano anterior.

Stock mínimo médio de produto acabado

- **França**

Ref.:	703.0 CAR	704.0 CAR	705.0 CAR	706.0 CAR
Nº Enc. 2014	81	65	97	52
Periodicidade Encomendas	2	2	2	2
Vendas 2014	1952	1251	2714	786
Stock Mínimo Médio	<u>76</u>	<u>49</u>	<u>105</u>	<u>31</u>

- **Espanha**

Ref.:	703.0 CAR	704.0 CAR	705.0 CAR	706.0 CAR	707.0 CAR
Nº Enc. 2014	47	47	47	47	47
Vendas 2014	3440	4991	3855	1814	1816
Stock Mínimo Médio	<u>73</u>	<u>107</u>	<u>82</u>	<u>39</u>	<u>39</u>

- **TOTAL**

Ref.:	703.0 CAR	704.0 CAR	705.0 CAR	706.0 CAR	707.0 CAR
Stock Mínimo Médio	<u>149</u>	<u>156</u>	<u>187</u>	<u>70</u>	<u>39</u>
Total Arredondado	<u>160</u>	<u>160</u>	<u>200</u>	<u>80</u>	<u>40</u>
Unidades por Paleta	20	20	20	20	20
Número de Paletes	<u>8</u>	<u>8</u>	<u>10</u>	<u>4</u>	<u>2</u>

Seguidamente, construiu-se uma folha de Excel para facilitar o trabalho do chefe de secção nas encomendas, com o objetivo da eliminação de custos de *stocks*.

Sabendo o que é necessário produzir e o que se tem de pedir aos fornecedores por semana para não haver falhas nem custos de *stocks* utilizou-se a tabela representada na figura 27.

	Deg 2	Deg 3	Deg 4	Deg 5	Deg 6	Deg 7	Deg 8	Tab Deg 2	Tab Deg 3	Degraus Cortados	Barra (m)	(Kg)
Aproveitamento do Perfil Cortado	11			4						5,336 m	6 m	0,003 kg
	4	11								5,304 m	6 m	0,004 kg
		2	12							5,300 m	6 m	0,004 kg
		4		13						5,850 m	6 m	0,007 kg
					9					5,875 m	6 m	0,006 kg
					2	10				5,950 m	6 m	0,003 kg
		3					9			5,825 m	6 m	0,004 kg
					2					5,942 m	6 m	0,002 kg
								13		5,318 m	6 m	0,004 kg
									12			
Medida (m)	0,376 m	0,400 m	0,425 m	0,450 m	0,475 m	0,500 m	0,525 m	0,384 m	0,414 m			
Peso • Desperdício (Kg)	0,238 kg	0,255 kg	0,271 kg	0,289 kg	0,304 kg	0,316 kg	0,333 kg	0,243 kg	0,263 kg			
Perfis das Frentes - Brico												
	Brico 2	Brico 3	Brico 4	Brico 5	Brico 6	Brico 7						
Medida (m)	0,945 m	1,175 m	1,405 m	1,635 m	1,865 m	2,095 m						
Peso • Desperdício (Kg)	0,379 kg	0,471 kg	0,563 kg	0,656 kg	0,748 kg	0,840 kg						
Perfis das Traseiras - Brico												
	Brico 2	Brico 3	Brico 4	Brico 5	Brico 6	Brico 7						
Medida (m)	0,570 m	0,800 m	1,030 m	1,260 m	1,490 m	1,720 m						
Peso • Desperdício (Kg)	0,209 kg	0,293 kg	0,377 kg	0,461 kg	0,545 kg	0,630 kg						
Perfis das Frentes - Brico	0,758 kg	0,942 kg	1,127 kg	1,311 kg	1,496 kg	1,680 kg						
Perfis das Traseiras - Brico	0,417 kg	0,586 kg	0,754 kg	0,922 kg	1,091 kg	1,259 kg						
Perfil - Degraus	0,238 kg	0,483 kg	0,764 kg	1,054 kg	1,357 kg	1,674 kg						
Peso Total de Alumínio por Escadote	1,414 kg	2,021 kg	2,845 kg	3,267 kg	3,577 kg	4,163 kg						
Custo Total de Alumínio por Escadote	4,340 l	6,205 l	8,120 l	10,092 l	12,108 l	14,161 l						
	Nº de Escadotes a Montar	Perfis das Frentes - Brico	Perfis das Traseiras - Brico	Perfil - Degraus								
		Peso por Escadote	Peso a Encomend	Peso por Escadote	Peso a Encomend	Peso por Escadote	Peso a Encomend	Anilhas	Placa	Arco	Terminal Esq	Terminal Direto
Escadote Alumínio Brico 2	0	0,758 kg	0 kg	0,417 kg	1,0 kg	0,238 kg	0 kg	0	0	0	0	0
Escadote Alumínio Brico 3	350	0,942 kg	330 kg	0,586 kg	205,0 kg	0,493 kg	173 kg	700	350	350	700	700
Escadote Alumínio Brico 4	400	1,127 kg	451 kg	0,754 kg	302,0 kg	0,764 kg	306 kg	800	400	400	1200	1200
Escadote Alumínio Brico 5	400	1,311 kg	525 kg	0,922 kg	369,0 kg	1,054 kg	421 kg	800	400	400	1600	1600
Escadote Alumínio Brico 6	160	1,496 kg	239 kg	1,091 kg	175,0 kg	1,357 kg	217 kg	320	160	160	800	800
Escadote Alumínio Brico 7	80	1,680 kg	134 kg	1,259 kg	101,0 kg	1,674 kg	134 kg	160	80	80	480	480
TOTAL		1390	1679 kg		1153 kg		1251 kg	2780	1390	1390	4780	4780

Figura 27 – Imagem da folha de encomendas.

4.2. REDUÇÃO DOS TEMPOS DE *SETUP* E ERRO HUMANO

Para iniciar o projeto desta secção, foi necessário delinear os principais fatores críticos, não por serem críticos para a produção, mas sim para os operadores, uma vez que eles se mostravam resistentes à mudança, para estes operadores a alteração de medida nas máquinas era uma das principais perdas de tempo. No sentido de eliminar os elevados tempos de *Setup* e erro humano, criou-se em todas as máquinas de afinação pelo operador, um sistema que tornasse o erro do mesmo quase nulo.

Na ocorrência de algum erro em alguma dessas máquinas, o escadote podia conter empenamento, o qual só se notava depois de cravado. Os escadotes tinham de ser verificados um a um e desempenados, o que retirava muito tempo de produção.

A régua (figura 28) contém todas as medidas utilizadas pela FUTE S.A no corte de alumínio, as quais estão devidamente identificadas. O operador tem um pino com batente onde ele coloca no local da medida que quer cortar.



Figura 28 – Régua máquina de corte standarizado.

Como se pode ver na (figura 29), na máquina de corte de perfil de degraus também existe um pino para ajustar a medida. Assim, o operador não media através da régua, que podia levar o operador a cometer erros, coloca o pino e o degrau sai com as medidas especificadas.

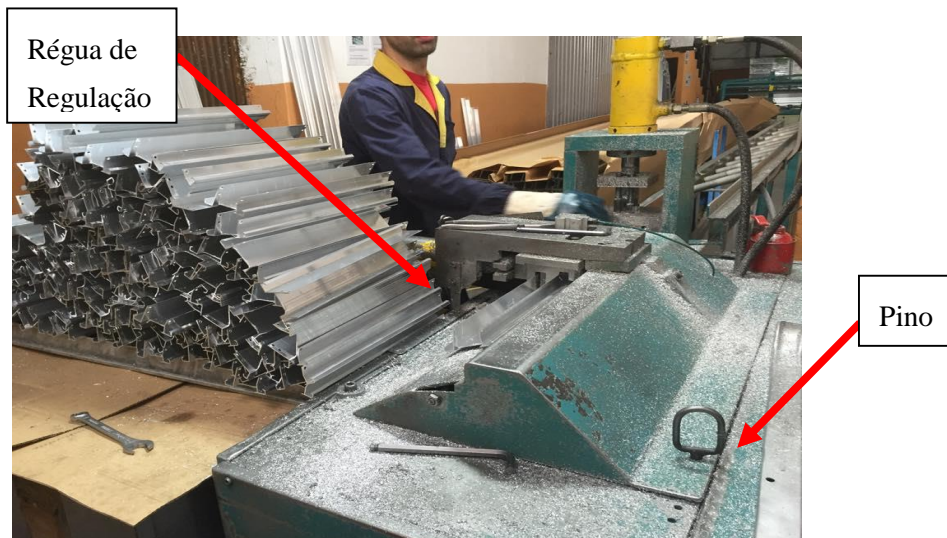


Figura 29 – Máquina de corte de perfil de degraus.

Esta máquina também contém um afinador para a punção e corte. Esta afinação surge devido ao embate do degrau no batente faz com que ganhe folga, onde a forma de ser controlada é a utilização deste sistema *poke-yoke* (figura 30).

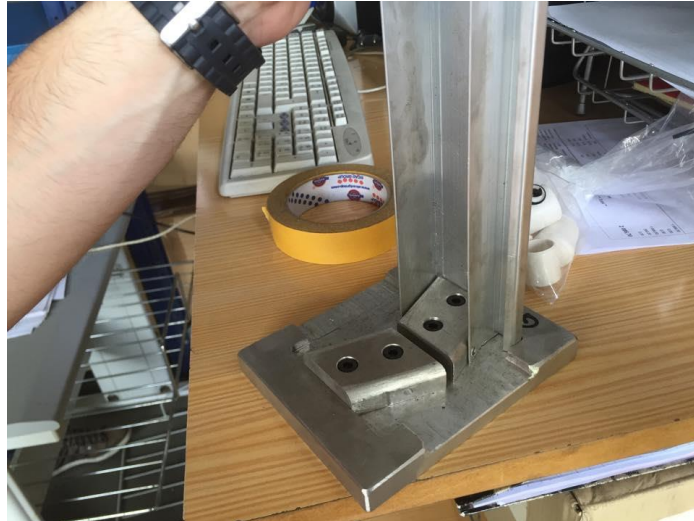


Figura 30 – Sistema *Poka-Yoke* para perfil de degraus.

A máquina de furação de frentes (figura 31) em que a medida também é regulada por um pino, esta como é uma máquina muito antiga e contrai elevadas forças axiais necessita de um “apoio ao pino”.



Figura 31 – Máquina de furação frentes.

4.3. PRODUÇÃO E SUA ORGANIZAÇÃO

Ao olhar para a produção no estado inicial, nota-se que existiam demasiados transportes e armazenamentos e que os operários eram alocados aos postos de trabalho sem sequência de trabalho, o que provocava elevadas perdas de tempo. Para tentar reduzir esses desperdícios reformulou-se o *layout* e o método produtivo. Os operários são alocados por secções e com sequenciamento: começam pela secção corte e furação, de seguida iam para a secção de

montagem de traseiras, pois esta continha um menor tempo de processamento, logo o produto final é conseguido mais rapidamente. Seguidamente, iam para a linha de montagem de frentes, onde estas eram montadas e um operador cravava. Por fim, a última secção era a de embalagem e colocação de correias.

Neste novo método de produção eliminou-se um posto de trabalho, a colocação de arco, que é realizado pelo operário da máquina 66. Utilizando o estudo feito no capítulo anterior, o operário dispunha do tempo necessário para a colocação do arco (Anexo D).

Esta alteração no método produtivo fez com que se reduzisse a distância dos postos de trabalho, sendo possível trabalhar em linha, onde todos os postos eram abastecidos pelo anterior e o tempo de transporte de peças produzidas era muito menor. A montagem já não contém tempo de *setup*, reduziu-se também o tempo de ciclo de montagem tanto de traseiras como de frentes e eliminaram-se os dois postos a seguir à cravagem (colocação de ponteiras e aparafusamento das mesmas) fazendo-se agora nas frentes no tapete e nas traseiras na mesa 2.

Nesta organização e devido às ordens de produção realizadas no dia anterior, o chefe de secção abastece todos os postos com os componentes antes dos mesmos começarem a produzir. Isto é feito para que os operadores ao entrarem no posto de trabalho não necessitem de se deslocar e procurar os materiais.

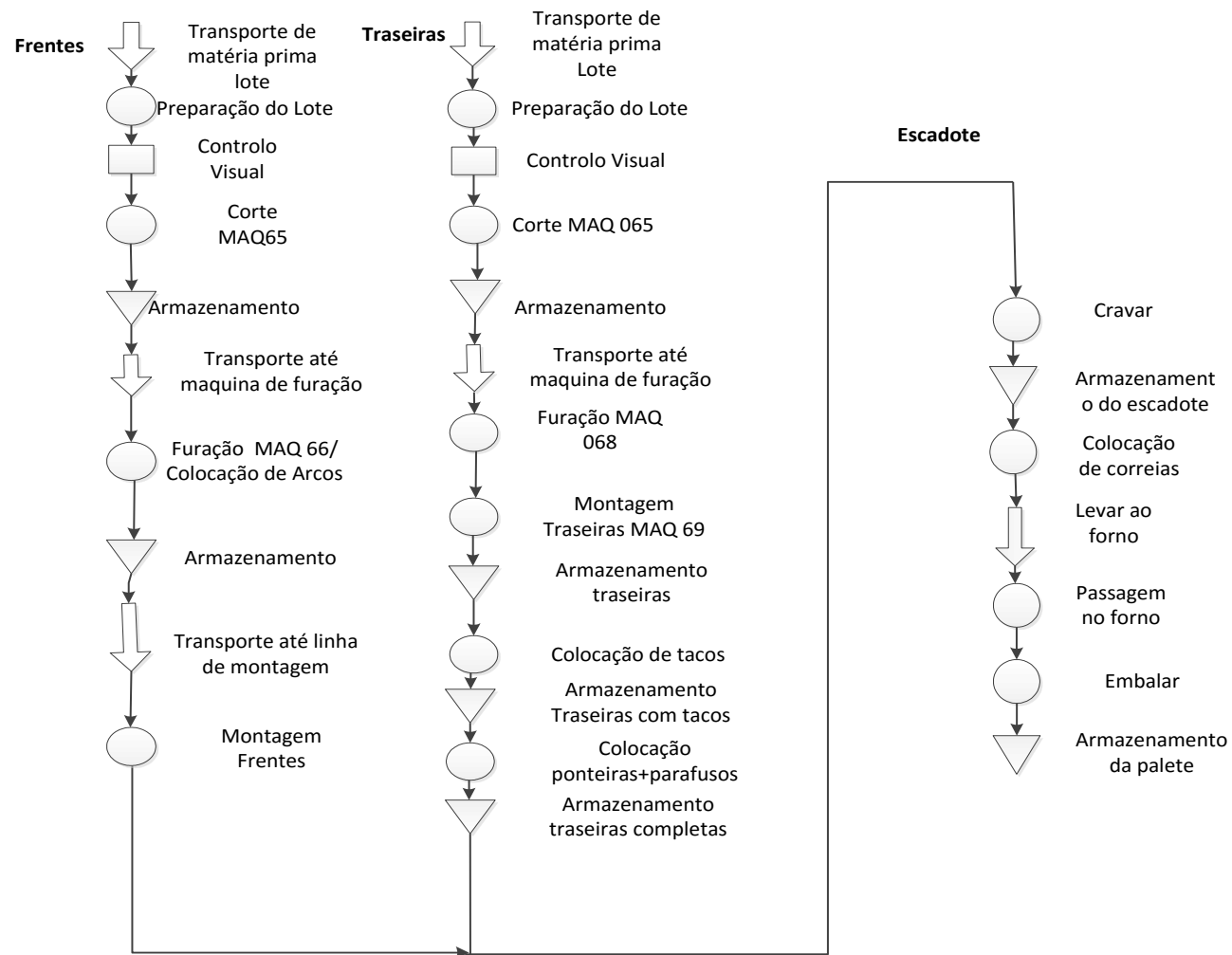


Figura 32 – Diagrama de processo (após melhoria implementada).

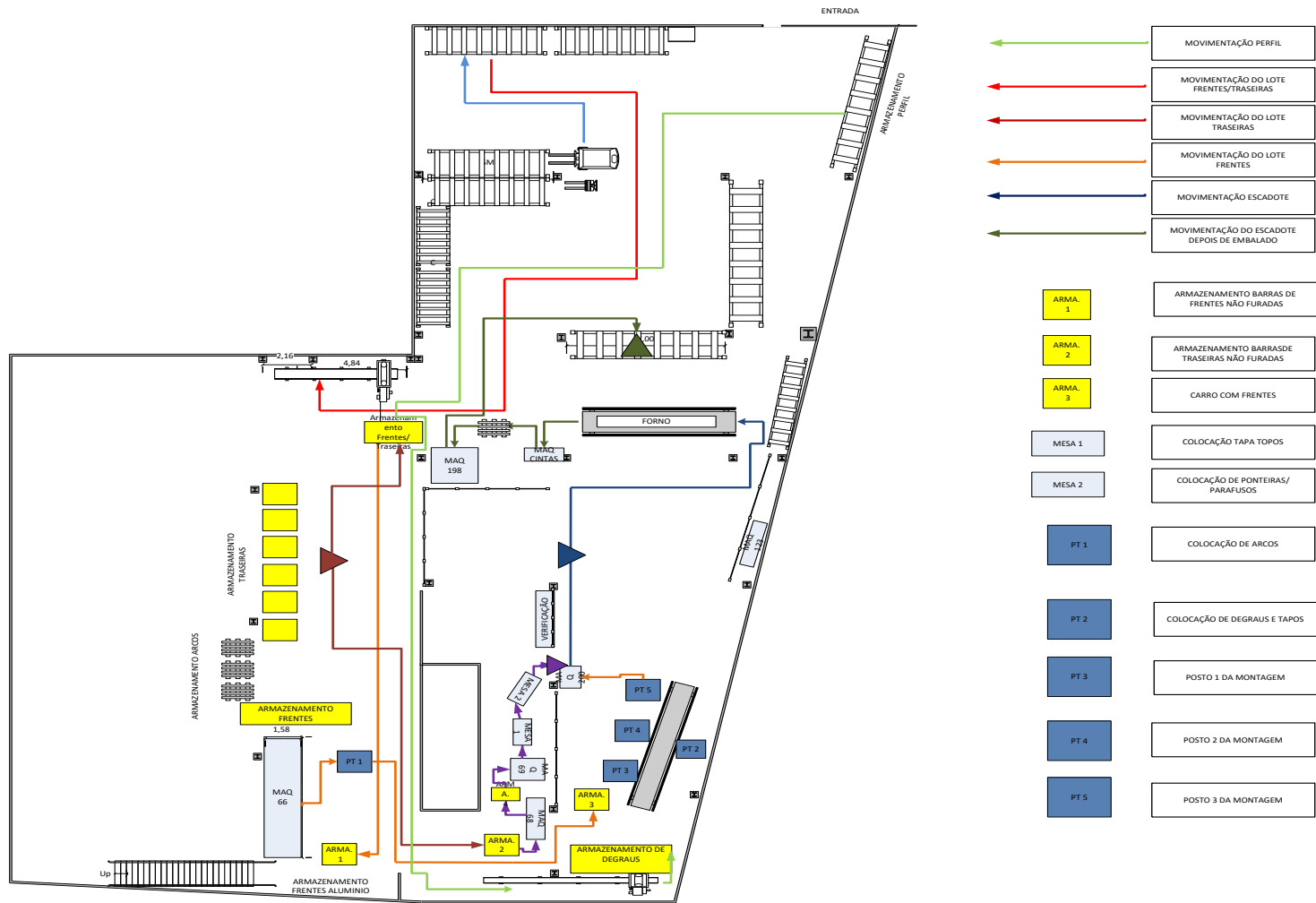


Figura 33 – Planta com fluxo (após melhoria implementada).

Processo Antigo <input type="checkbox"/>		Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº	
Processo Atual <input checked="" type="checkbox"/>							1	
Processo Proposto <input type="checkbox"/>								
Processo: Fabrico de uma traseira			Data:					
Sector: Alumínio			Responsável:					
Passo	Distancia (m)	Tempo (s)	OPERAÇÃO	TRANSP.	CONTROLO	ESPERA	STOCK	Descrição
1	24	40	○	→	□	⌒	▽	Transporte do lote até à Maq. 65 com carro
2		140	●	→	□	⌒	▽	Preparação do lote
3		2	○	→	■	⌒	▽	Controlo visual das Barras
4		4,5	●	→	□	⌒	▽	Corte Máquina 65
5		2	○	→	□	⌒	▽	Armazenamento de traseira cortadas
6	22	60	○	→	□	⌒	▽	Transporte até Máquina 68
7		8	●	→	□	⌒	▽	Furação Máquina 68
8		1	○	→	■	⌒	▽	Controlo da peça furada e cortada
9		2	○	→	□	⌒	▽	Armazenamento de traseiras cortadas e furadas
10		45	●	→	□	⌒	▽	Montagem traseiras Maq 69
11		3	○	→	■	⌒	▽	Armazenamento + controlo
12		30	●	→	□	⌒	▽	Colocação de tacos
13		2	○	→	□	⌒	▽	Armazenamento de traseiras com tacos
13		35	●	→	□	⌒	▽	Colocação de terminais 35x20 e parafusos
13		1	○	→	□	⌒	▽	Armazenamento de traseiras montadas

Processo Antigo <input type="checkbox"/> Processo Atual <input checked="" type="checkbox"/> Processo Proposto <input type="checkbox"/>			Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº 1
Processo: Fabrico de uma frente			Data:					
Sector: Alumínio			Responsável:					
Passo	Distancia (m)	Tempo (s)	OPERAÇÃO	TRANSP.	CONTROLO	ESPERA	STOCK	Descrição
1	24	60	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Transporte do lote até à Maq. 65 com carro
2		140	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Preparação do lote
3		2	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Controlo das Barras
4		5	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Corte Máq. 65
5	22	60	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Transporte até Maq. 66
6		35	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Furação Maq. 66+ Colocação Arco
7		2	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Controlo da peça furada e cortada
9	14	40	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Transporte até linha de montagem
10		43	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Montagem frentes

Processo Antigo <input type="checkbox"/>			Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº
Processo Atual <input checked="" type="checkbox"/>								1
Processo Proposto <input type="checkbox"/>								
Processo: Montagem da frente com traseira			Data:					
Sector: Alumínio			Responsável:					
Passo	Distancia (m)	Tempo (s)	OPERAÇÃO	TRANSP.	CONTROLO	ESPERA	STOCK	Descrição
1		45	●	→	□	D	▽	Cravar+ Fechar escadote
2		4	○	→	□	D	▽	Armazenamento
3		40	●	→	□	D	▽	Colocação de correias 5/6/7/8
4		5	○	→	□	D	▽	Espera para plastificar
5		51	●	→	□	D	▽	Colocar no forno
6		20	●	→	□	D	▽	Cintar escadotes Carrefour
7		80	●	→	□	D	▽	Filmar
8	14	30	○	→	□	D	▽	transporte da palete
9		10	○	→	□	D	▽	Armazenamento da palete

Figura 34 – Planta com fluxo (após melhoria implementada).

Resumo

Tabela 7 – Resumo das atividades no método atual.

Atividade	Atual	Distancia (m)	Tempo
Operação	15		356
Transporte	6	120	3,1
Espera	0		
Controlo	5		3
Armazenagem	8		10

4.4. ORGANIZAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DA SECÇÃO

Esta secção apresenta as propostas de melhoria para normalizar e organizar melhor a secção de alumínio e o armazém.

Esta normalização vai reduzir a probabilidade de se encontrarem alguns materiais fora do local onde devem ser colocados, havendo assim uma maior facilidade para a identificação e recolha dos materiais quando necessários para a linha.

Os carros para transporte de alumínio cortado (Figura 35), contêm informação como o número de escadote para o qual é utilizado e também o número de peças presentes.

Esta última característica faz com que os operadores saibam quantas peças cortaram ou furaram, sem ser necessário recorrer a quaisquer cálculos. Isto faz com que os operadores percam menos tempo a preencher a folha de registo de produção, e também facilita o trabalho do chefe de secção, pois permite saber o número de peças que contem armazenadas.



Figura 35 – Carros *standard*.

Os caixotes de armazenamento de componentes do escadote eram altos e possuíam uma proteção. Os operadores não conseguiam ver o material que eles continham. Tendo em vista a resolução desse problema colocou-se uma das peças fora do caixote com a sua identificação, permitindo ao operador saber onde é o local onde está armazenada. A

identificação contem a referência para facilitar o chefe de secção nos pedidos de encomenda (Figura 36).



Figura 36 – Exemplo de normalização da secção.

Todos os materiais recebidos continham local para ser colocados, devidamente identificados e com referências, facilitando assim o trabalho de todos os operadores da fábrica (Figura 37).



Figura 37 – Exemplo de normalização da secção.

Para movimentar os contentores para colocação de papel e cartão no estado inicial, era necessário utilizar a porta paletes. Como eles eram precisos em algumas partes da fábrica, como na abertura de lotes e embalagem, a utilização deste contentor tornava mais fácil para os operadores levar para o local, o que poupava algum tempo, além disso continha mais volume (Figura 38)



Figura 38 – Contentores de Papel e Cartão.

No local onde havia algum material já não utilizado pela empresa, colocou-se a zona de manutenção, que os operadores e pessoal da manutenção utilizavam para arranjar qualquer tipo de equipamento (Figura 39).



Figura 39 Zona de Manutenção.

4.5. POSTOS DE TRABALHO E ERGONOMIA

Os postos de trabalho foram analisados um a um, reportando as necessidades que continham a nível de instruções de trabalho, material necessário para alteração de ferramentas, preparação de lotes e preocupação ergonómica, fazendo com que o operador se sinta bem, não se canse tanto e não se tenha de deslocar do mesmo.

A principal preocupação foi a ergonómica, fazendo não só com que os operadores se sintam bem no seu posto de trabalho mas também aumentando a produtividade. Como se pode ver na figura 40, o operador não necessita de fazer tanto esforço para armazenar e colocar correias. O aumento de altura faz com que o mesmo não chegue à zona amarela da *golden zone*, reduz o transporte devido à variação da altura e diminui o cansaço.



Figura 40 – Melhorias na Ergonomia.

De seguida, como houve alteração da forma de produzir, em vez de se colocar o escadote nas mesas, colocam 4 a 4 traseiras. Para a colocação de tacos e ponteiras, houve adaptação das Mesa 1 e 2 com aumentos de altura para o operador se sentir melhor, e para se adaptar a uma nova forma de produzir, reduzindo desperdícios e criando espaço para armazenamento de materiais necessários. A Figura 41 retrata a mesa 1, no processo de colocação de tacos, onde foi aumentada em altura e melhorada a nível de problemas de qualidade, que vamos falar no capítulo a seguir.

Como se pode ver, a mesa 1 contém espaço para armazenamento de materiais utilizados na mesma. Assim, o operador não necessita de se deslocar do posto de trabalho.

Como este posto, os outros foram também analisados e colocou-se os materiais o mais próximo possível.



Armazenamento de material necessário

Figura 41 – Mesa de colocação de tapa topos.

A figura 42 retrata a Mesa 2 (colocação de ponteiras). A sua altura foi aumentada de forma a melhorar a ergonomia do operador, sendo criado um posto de armazenamento dos materiais necessários. A caixa anexada à máquina tem como função recuperar alguns parafusos que, porventura, poderiam cair no chão, facilitando o operador na sua recolha.



Figura 42 – Mesa colocação de ponteiras.

Nos postos que requeriam mais algum cuidado com o operador e com os defeitos que este podia causar às peças, foram colocadas as instruções de trabalho visíveis, algumas das quais foram criadas e outras modificadas devido à sua data de criação. Assim o operador tinha a

informação das ferramentas a utilizar, as peças que eram conformes e não conformes e também a proteção que tinha de usar (figura 43).



Figura 43 – Exemplo de ITS no posto de trabalho.

Foram revistos todos os postos e todo o material necessário para alteração de ferramentas, material para medição, para preparação de lote etc. (Figura 44). Para que o operador não saísse do seu posto de trabalho, foram criados em todos os postos locais de armazenamento dos mesmos.



Figura 44 – Exemplo de material junto ao posto.

4.6. MELHORIAS DE QUALIDADE

No produto final deparou-se com alguns problemas na qualidade, devido a riscos existentes no processo, riscos que vinham do fornecedor, manchas de água, alguns continham marcas de ferrugem, óleo, etc... Foi analisado posto a posto, onde se detetaram os locais de onde esses problemas tinham origem.

O problema da ferrugem foi o primeiro a ser detetado devido às poucas peças de ferro que o escadote contém. Este problema vinha da colocação de tacos (Mesa 1) (figura 42). Neste posto de trabalho foi colocada uma calha com 3 apoios, onde o operador consegue ver onde eles estão por causa das marcas colocadas, põem as traseiras para que o tubo fora do apoio e a ferrugem cai para a calha.

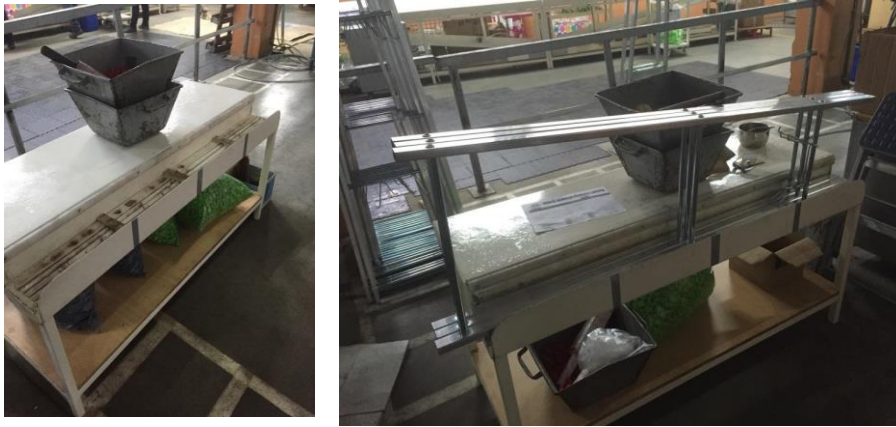


Figura 45 – Melhoria na Qualidade tapa topos.

As ponteiros, como eram um material difícil de se moldar sem estarem quentes, era utilizada água para as aquecer que, por sua vez, causava manchas no escadote. Para que isso parasse de acontecer, criou-se esta máquina de aquecimento de ponteiros, a qual veio facilitar o trabalho do operador, pois, além de o tempo de *setup* ser mais curto, não manchava o escadote e também era possível o transporte para perto do seu posto de trabalho, em vez de andar a trocar a água quente (figura 46).



Figura 46 – Melhoria na Qualidade ponteiros.

Quanto aos riscos, estes foram o problema mais difícil de analisar devido ao elevado número de máquinas pelas quais o alumínio passava. A solução passou por se consertar uma a uma até que o produto final ficasse com o menor número de riscos possíveis.

Na máquina de corte (figura 47) foram colocadas fitas de *nylon* espaçadas, para que a limalha caísse nos espaços sem riscar a barra. Além disso, foram colocados cilindros para o material deslizar melhor e não riscar.



Figura 47 – Melhoria qualidade Máquina de corte.

Na Mesa 2 (figura 48) foi colocado *nylon* para que as traseiras não sejam riscadas no processo de colocação de ponteiros



Figura 48 – Melhoria na qualidade colocação de ponteiras.

O transporte e o armazenamento das peças também era responsável por riscos no alumínio. Para a resolução desse problema teve-se de revestir os carros com material mole, que fosse eficaz e que não tivesse grandes custos para a empresa (figura 49).

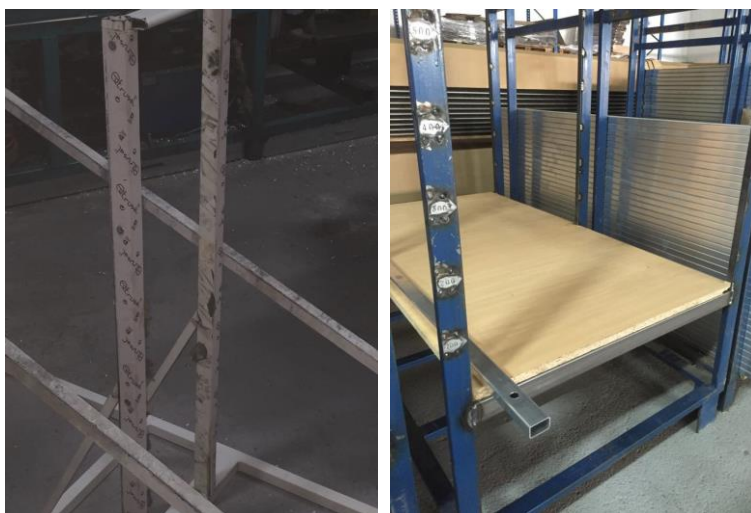


Figura 49 – Melhoria da qualidade no transporte.

4.7. UTILIZAÇÃO DO SISTEMA *KANBAN*

Uma das fornecedoras de materiais era a serralharia, que se situava a um Km da secção, e de onde vinham o tubo, os tampos e rótulas.

Foram detetados alguns problemas ao nível da comunicação e da produção, que parava algumas vezes devido à falta desse material. Para evitar este problema criou-se um método

de *kanban* (figura 50) entre as duas secções, o qual possuía duas *box's* identificadas e, quando uma estivesse vazia era levada para a serralharia, onde era novamente cheia e voltada a trazer. Assim não havia falta de material e, por conseguinte, a produção não parava.



Figura 50 – Exemplo de *Kanban*.

4.8. OUTRAS PROPOSTAS

Esta secção apresenta propostas com a finalidade de eliminar desperdícios e melhorar o processo produtivo, tendo como base a análise crítica e a identificação de problemas identificados no capítulo anterior, mas que não puderam ser realizadas devido à falta de tempo e questões financeiras.

Verificaram-se muitas perdas de tempo com movimentações, quer por necessidade de peças cortadas para abastecer máquinas de furação, como de degraus para o seu armazenamento e escadotes para a entrada do forno. Este último problema é o mais preocupante devido ao operador ter que realizar muitas deslocações para os transportar para a entrada do forno, uma vez que só conseguia levar quatro a quatro, e ter um armazenamento perto deste local de 40 escadotes.

Com esta alteração de layout (Figura 51), o operador reduz as distâncias de todos os deslocamentos em cima mencionados, excetuando o armazenamento de degraus. Este armazenamento para que o operador não se tenha de deslocar e sair do posto de trabalho, necessita de uma calha para levar o degrau até à caixa onde estão armazenados, ou um novo tipo de armazenamento que contenha rodas para se deslocar assim ele enche a caixa e coloca no local.

A colocação de arcos é um dos postos que falta melhorar, dado o cansaço do operador ao ter de realizar duas operações ao mesmo tempo. Esta solução foi discutida com os responsáveis da manutenção e os mesmos estavam a tentar encontrar uma solução para a mesma.

Um dos grandes problemas da qualidade era a máquina de furação de frentes, pois esta contem um elevado número de *setup* e é ela a grande responsável pelos riscos que os escadotes apresentavam. Esta solução também foi reportada com um novo modelo de abastecimento da máquina, mas devido à falta de verbas não foi realizado.

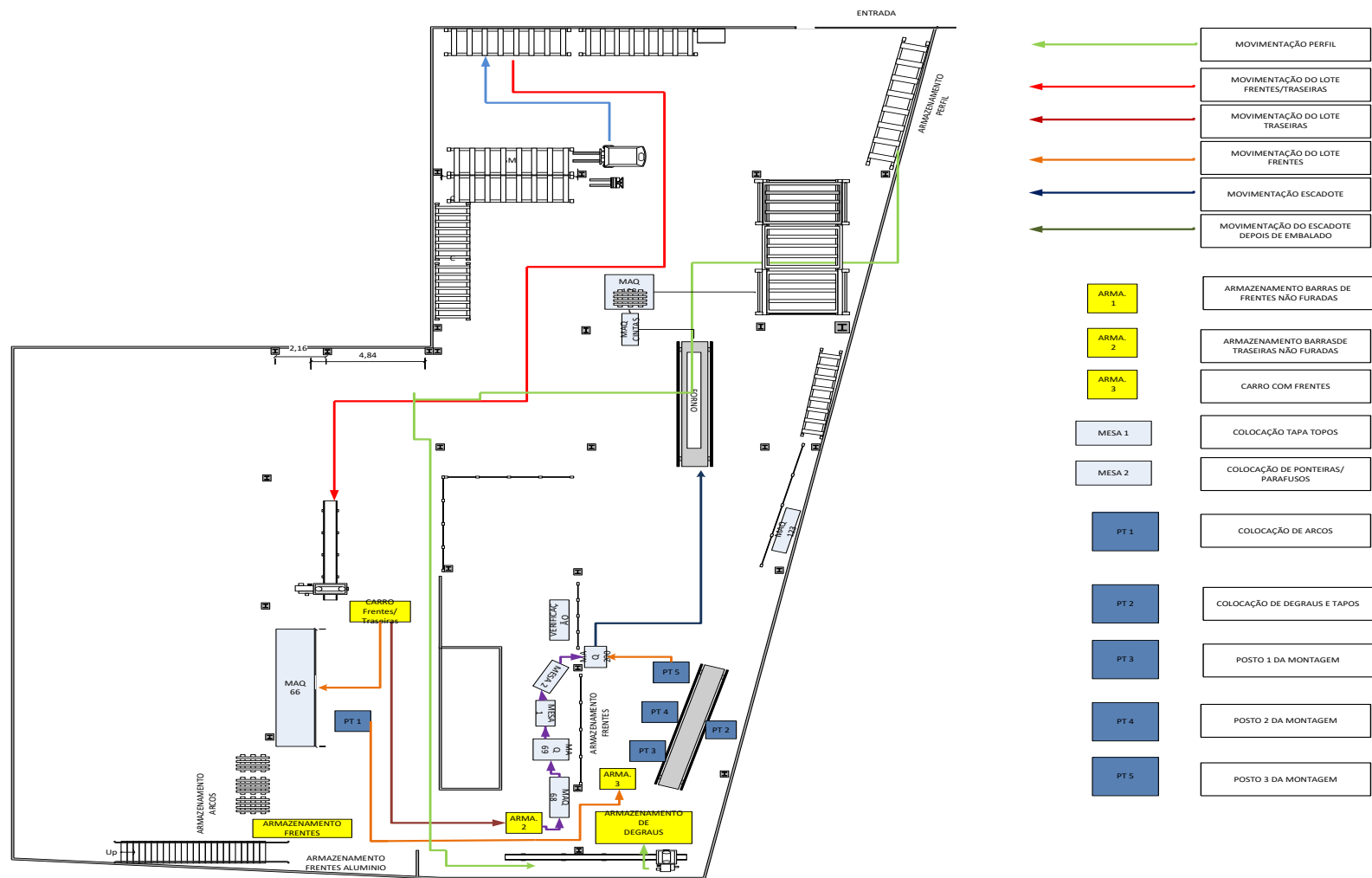


Figura 51 – Planta com fluxo (melhorias formuladas).

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo apresentam-se os resultados das propostas implementadas e discutem-se os mesmos.

5.1. CUSTOS DAS MELHORIAS REALIZADAS

As melhorias realizadas na secção tiveram um custo praticamente nulo, os materiais utilizados ou eram materiais da sucata ou então eram materiais já não utilizados pela empresa que foram reaproveitados. Em termos de recursos humanos estes só faziam os projetos quando não eram necessários na produção logo a empresa tinha de continuar a manter o salário.

5.2. VANTAGENS NA ORGANIZAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DA SECÇÃO

A secção de Alumínio era uma secção algo abandonada, pois não continha quase nenhuma identificação dos postos de trabalho, tinha os armazenamentos de materiais longe e não existia programação da produção e o onde esse ganho é difícil de se quantificar.

Com a existência da programação da produção, o chefe de secção abastece todos os postos de trabalho, para que os operadores não tenham de abandonar o seu posto de trabalho. Estes,

com uma organização com instruções de trabalho e cuidado com a ergonomia do trabalhador, fazem com que ele se sinta bem no seu posto, o que se reflete na produtividade da empresa.

A aproximação dos postos e o visível fluxo de materiais faz com que se crie uma boa gestão visual para os operadores, criando-se assim uma entreaajuda entre eles.

Com a organização da secção, o operador sente-se mais confortável no seu local de trabalho. O operador sabe agora onde é o local para cada produto ou componente, sendo assim mais fácil identificá-lo e obtê-lo.

As distâncias de armazenamentos foram diminuídas, sendo que o operador agora percorre menos distância para armazenar a peça que produziu.

5.3. TEMPOS DE *SETUP*

Como os tempos de *setup* reduziram significativamente, a alteração das máquinas já não era um problema para a produção, com isto eliminaram-se os armazenamentos intermédios, tudo que era cortado e furado era produzido até reabastecer o *stock* semanal e as encomendas.

Tabela 8 – Tempos de *setup*.

Máquina/mesas	Antes		Depois	
	Nº de peças produzidas Média (Unid)	Tempo médio (s)	Nº peças produzidas Média	Tempo médio (s)
Maq 65	1600	360	500	30
Maq 66	1000	960	500	600
Maq 71	400	90	400	30
Mesas	200	120	250	0

5.4. MELHORIA DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS

Como se analisou no capítulo 4 o operador da máquina 66 continha uma percentagem de ocupação muito reduzida, o que lhe permitiria fazer outra operação enquanto a máquina trabalhava, assim este operador consegue, sem que a máquina pare, fazer a operação de colocação de arco, poupando uma pessoa ao sistema produtivo como se pode ver no Diagrama homem-máquina (Anexo D) baixando só a taxa de produção em 3 peças/h.

tciclo = 165 seg

$$\text{Taxa Ocupação Operador} = \frac{165-15}{165} \cdot 100 = 90,9\%$$

Taxa Ocupação Máquina = 100%

Taxa Produção = 87 peças por hora

Se em média produzirem 250 escadotes por dia a empresa se a colocação do arco demorar em media 30 seg, poupa 2 h de um operador que pode estar em outro local de trabalho.

5.5. GANHOS COM A IMPLEMENTAÇÃO NA SECÇÃO DE ALUMÍNIO

Com a implementação de todas as medidas referenciadas no capítulo 5, a produtividade aumentou, como se verifica pela Tabela 7.

Tabela 9 – Tabela de Produtividade após implementação do novo método produtivo.

Data	Semana	Nº de Escadotes Produzidos (u)	Nº de Horas de Produção (h)	Nº de Operários	Produtividade (peças/h)
2015	28	1400	270	10	5,19
	49	950	238	6	3,99
	30	1318	270	7	4,88
	31	1280	278	4	4,6
	32	1402	272	7	5,15
	33	1553	275,5	4	5,64

Os resultados são muito satisfatórios pois registou-se um aumento da produtividade de média era 2,97 peças/h que passou a ser 4,91 peças/h. Este aumento de 39,38% deve-se muito ao novo método do sistema produtivo.

Não houve tempo suficiente para obter uma amostra maior, o que possibilitaria uma melhor análise dos resultados e daria maior consistência à análise dos mesmos. Entretanto, estes resultados poderiam ser melhorados pois os operadores passaram por uma fase de resistência à mudança e a novos métodos e com o passar do tempo passariam a dominar o processo.

6. CONCLUSÕES

Este capítulo contém as principais conclusões do projeto desenvolvido. Este apresenta também os objetivos atingidos os obstáculos na realização e o trabalho para realizar no futuro.

Os principais objetivos deste projeto foram a redução do tempo de produção, e a eliminação de desperdícios na secção. Para isto, fez-se uma análise geral à secção com maior atenção para o principal comprador.

Sobre a secção realizou-se a análise dos tempos de todas as atividades, desde o corte à embalagem, distinguindo as atividades que não acrescentam valor e as que acrescentam, o abastecimento, análise ergonómica, falta de normalização, o local de armazenamento e a baixa produtividade da secção.

Para estas análises, utilizou-se o estudo de tempos, digramas de sequência, diagramas homem maquina, 5S, planta com as distâncias percorridas entre outros. Concluindo-se assim a necessidade de aplicar um novo método produtivo mais flexível com maior preocupação ergonómica e sequenciado.

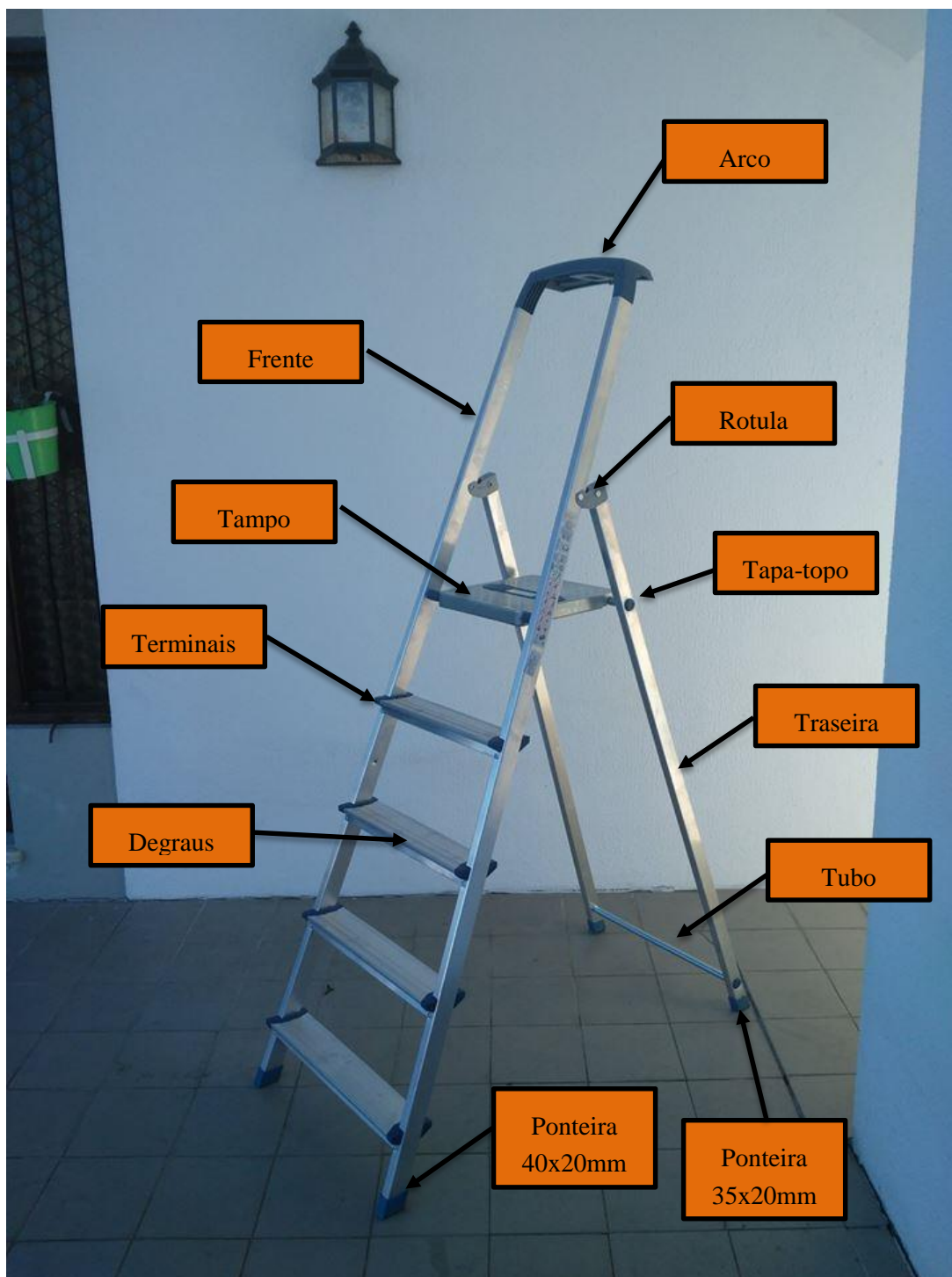
Como consequência deste novo método na secção verificou-se um aumento de produtividade de (39,38%), a diminuição das distâncias percorridas pelos operadores e a diminuição de armazenamentos intermédios.

Referências Documentais

- 4lean. (2010). Retrieved from 4lean: <http://www.4lean.net>
- Andrade, M. H. (2013). *Aplicação de princípios e ferramentas Lean Production na área dos metais de uma empresa de componentes eletrônicos*.
- Ávila, P. (2010). *Vertentes da Optimização do Processo*.
- Cakmakci, M. (2009). *Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.
- Domingues, P. M. (2012). *Aplicação da Metodologia SMED em linhas de Montagem de Correntes de Rolo*. Coimbra.
- FUTE. (2011). *Afer*. Retrieved from FUTE - Fábrica de utilidades de tudo, SA: <http://www.afer.pt>
- Jacobs, F. R. (2011). *Operations and supply chain management. Vol. Global ed, The McGraw-Hill/Irwin series operations and decision sciences*. New York: McGraw-Hill .
- James P. Womack, D. T. (1996). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.
- Kothari, C. (2004). *Research Methodology - Methods and Techniques (2ª ed.)*. New Age International Publishers.
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, 4th Edition*. CRC Press.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Osada, T. (1991). *The 5S's: five keys to a total quality environment*. Quality Resources.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A Filosofia das Organizações Vencedoras*. LIDEL.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.
- Shingo, S. (2000). *Sistema de Troca Rápida de Ferramenta*. Bookman Companhia Ed.
- Shingo, S., & Dillon, A. P. (1989). *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. Productivity Press.
- Silva, J. (2008). *Técnicas e ferramentas lean*. Retrieved from pt.scribd.com

Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). *Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system*. The International Journal of Production Research.

Anexo A. Componentes do Escadote



Anexo B. Postos de Trabalho

Maquinas	Operações
Maquina 65	Corte de lotes
Maquina 66	Furação frentes
Maquina 68	Furação traseiras
Maquina 69	Montagens traseiras
Mesa 1	Colocação tapa topos
Mesa 2	Colocação de ponteiras 35x20mm
Maquina 71	Corte de degraus
Maquina 200	Cravar
Maquina 198	eFilmar

Anexo C. Diagrama Homem Máquina Estado inicial

Diagrama Homem-Máquina		
<i>1 Operador – 1 Máquina</i>		
Carregar(C1) 40seg; Carregar(C2) 10 seg; Descarregar(D) 5seg; Operação(O) 35seg; Armazenar 5 seg		
t (seg)	Homem	Máquina nº 66
10	C1	C
20		
30		
40		
50	P	O
60		
70		
80		
80	D	D
90	A	O
100	P	
110		
120		
120		D
130	A	O
140	P	
150		
160		
160		D
170	A	O
180	P	
190		
200		
200		D

Ciclo	210	A	O	
		C2		
	220			
	230	P		
	240	D	D	
	250	A	O	
	260			
	270	P		
	280	D	D	
	290	A	O	
300				
310	P			
320	D	D		
330	A	O		
340				
350	P			
360	D	D		
Ciclo	370	A	O	
		C2		
	380			
	390	P		
	400	D	D	
	410	A	O	
	420			
	430	P		
	440	D	D	
	450	A	O	
460				
470	P			
480	D	D		
490	A	O		
500				
510	P			
520	D	D		

Anexo D. Diagrama Homem-Máquina Pós melhorias

Diagrama Homem-Máquina		
<u>1 Operador – 1 Máquina</u> Carregar(C1) 40seg; Carregar(C2) 10 seg; Descarregar(D) 5seg; Operação(O) 35seg; Armazenar 5 seg; Colocação Arco(CA) 25seg		
t (seg)	Homem	Máquina nº 66
10	C1	P
20		
30		
40		
50	P	O
60		
70		
80	D	D
90	CA	O
100		
110		
120		
130	A	D
140		
150		
160	P	D
170	D	
180	CA	O
190		
200		
	A	D
	P	
	D	

	210		
	220	CA	O
	230	A	
	240	C2	C
	250	D	D
	260	CA	O
	270		
	280	A	
		P	
	290	D	D
	300	CA	O
	310		
	320	A	
		P	
	330	D	D
	340	CA	O
	350		
	360	A	
		P	
	370	D	D
	380	CA	O
	390		
	400	A	
		C2	C
	410	D	D
	420	CA	O
	430		
	440	A	
		P	
	450	D	D
	460	CA	O
	470		
	480	A	
		P	
	490	D	D
	500	CA	O
	510		
	520	A	
		P	
	530	D	D

Ciclo

Ciclo