



# MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO NA SECÇÃO DA MONTAGEM DA EMPRESA FUTÉ SA

**FRANCISCO MANUEL DE JESUS MARQUES**

novembro de 2017

## MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO NA SECÇÃO DA MONTAGEM DA EMPRESA FUTE SA

Francisco Manuel de Jesus Marques

**2017**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



## **MELHORIA DO SISTEMA PRODUTIVO NA SECÇÃO DA MONTAGEM DA EMPRESA FUTE SA**

Francisco Manuel de Jesus Marques  
1091385

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento parcial dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Engenheiro Paulo António da Silva Ávila, psa@isep.ipp.pt.

**2017**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial



## JÚRI

### **Presidente**

Doutor Francisco José Gomes da Silva  
Professor Adjunto do Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Orientador**

Doutor Paulo António da Silva Ávila,  
Professor Coordenador do Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Coorientador**

Mestre João Augusto de Sousa Bastos,  
Professor Adjunto do Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Arguente**

Doutora Maria João Machado Pires da Rosa,  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

*À minha mãe que, sozinha, me deu tudo que alguma vez se pode esperar de uns pais.*

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Maria de Fátima, e namorada, Natália Brito, o meu amor e gratidão por estarem presentes e me apoiarem em tudo o que faço e na certeza que demonstram o meu sucesso.

Ao Professor Paulo Ávila e ao Professor João Bastos, pela disponibilidade, acompanhamento e conhecimentos transmitidos ao longo de todo este processo.

À empresa FUTE SA, nomeadamente à D. Ana Ferreira, ao Eng. <sup>o</sup> Rui Neto pela oportunidade, disponibilidade e orientação demonstrada para a concretização deste projeto.

A todos os colaboradores da FUTE com quem trabalhei bem de perto, em especial aos Sr<sup>o</sup> Carlos Henriques, Joaquim Figueiredo e Carlos Pinho pela abertura e partilha de informação.

Aos meus colegas de estágio, Alexandre Ribeiro e Vitor Martins, que preencheram os espaços vazios nas longas viagens diárias até à empresa e que ajudaram nas fases do projeto em que tinha menos aptidão e mais dificuldade.

Por fim, um obrigado a toda gente que direta ou indiretamente me ajudou a finalizar a presente tese.



## RESUMO

As pequenas e médias empresas no setor da indústria transformativa representam uma quota de 5,6% do número total de empresas em Portugal. É neste grupo que se insere a FUTE SA – Fábrica de Utilidade e Tubo S.A., que como as restantes empresas deste conjunto tem de ter uma orientação para o mercado, na medida em que este último define as suas exigências e a empresa tem de dar resposta eficazmente e com rapidez. Para tal é necessária uma elevada flexibilidade do produto e da produção, o que levanta vários problemas na sua implementação e aplicação.

Este projeto tem como objetivo analisar as dificuldades práticas no fabrico de uma elevada gama de produtos diferentes e combatê-las, tornando o processo mais *lean* e sistemático. Os objetivos passam por uma melhoria do aproveitamento do espaço produtivo na secção da montagem da empresa, diminuição dos tempos improdutivo com uma sistematização da informação produtiva chave.

Neste trabalho foi utilizada a metodologia DMAIC para a melhoria dos aspetos mencionados. Para o primeiro objetivo foi definido o estado inicial e calculada a ocupação atual assim como uma análise da contribuição para o sucesso da empresa de cada linha de montagem. Seguidamente, através da metodologia PDCA, foi desenvolvido um plano de melhoria que passava pelo redesenho do layout fabril da secção. No segundo objetivo foi seguida a mesma metodologia de melhoria, concluindo-se que a empresa era débil na sua componente técnica. A melhoria passou pela definição e caracterização das linhas e do processo de montagem assim como uma sistematização da especificação de cada cliente.

Os resultados alcançados traduziram-se num aumento de produção em 18% através da diminuição do tempo improdutivo e um aumento significativo da ocupação das linhas de montagem.

### PALAVRAS CHAVE

FUTE, PME, flexibilidade, DMAIC, sistemático, PDCA



## ABSTRACT

*Small and medium-sized enterprises in the manufacturing sector account for 5.6% of the total number of companies in Portugal. It is in this group that FUTE SA is included, which like the other companies in this group has to have a orientation towards the market, since the latter defines its requirements and the company has to respond effectively and quickly. This requires high product and production flexibility, which causes a number of problems in its implementation and application.*

*This project aims to analyze the practical difficulties in manufacturing a wide range of different products and to combat them, making the process more lean and systematic. The objectives are to improve the utilization of productive space in the assembly section of the company, reduce unproductive times and systematize key production information.*

*In this work the DMAIC methodology was used to improve the mentioned aspects. For the first objective it was defined the initial state and calculated the current occupation as well as an analysis of the contribution to the success of the company of each assembly line. Then, through the PDCA methodology, an improvement plan was developed that went through the redesign of the manufacturing layout of the section. In the second objective, the same improvement methodology was followed, concluding that the company was weak in its technical component. The improvement went through the definition and characterization of the lines and the assembly process as well as a systematization of the specification of each customer.*

*The results achieved resulted in a 18% increase in production through the reduction of unproductive time and a significant increase in occupation of the assembly lines.*

### KEYWORDS

*FUTE, SME, flexibility, DMAIC, systematic, PDCA*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

DPEST	Dissertação, Projeto e Estágio
AF	Allowence Factor
AMP	Armazenamento de Matéria-Prima
APA	Armazenamento de Produto Acabado
COPQ	Cost of Poor Quality
CT	Cycle Time
CTQ	Critical to Quality
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve and Control
DPMO	Defects per million Opportunities
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
FUTE	Fábrica de Utilidades e Tubo
iSEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	International Organization for Standardization
JIT	Just in Time
KPI	Key Performance Indicator
NT	Normal Time
PA	Posto Auxiliar
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PDSA	Plan, Do, Study, Act
PT	Posto de Trabalho
QFD	Quality Function Deployment
SA	Sociedade Anónima
SIPOC	Suppliers, Input, Process, Output, Customer
SMED	Single Minute Exchange of Die
ST	Standard Time
TPS	Toyota Production System
VOC	Voice of Customer



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

JIT	Just in Time é uma filosofia de produção orientada para zero stocks, fazendo e comprado tudo na hora certa
Lean	Filosofia de gestão focada na redução de desperdícios
Tipificação	Caracterizar a linha no espaço, com a identificação de máquinas e operadores, e nas funções de cada posto de trabalho

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Logótipo marca AFER (Afer, 2017) .....	7
Figura 2 - Vista satélite da empresa FUTE SA .....	7
Figura 3 - Certificação ISO 9001, ISO 14001 e ISO 50001 - FUTE SA .....	8
Figura 4 – Escadotes de alumínio (a) e (b) e escadote metálico (c).....	9
Figura 5 – Curva ABC das gamas de tábuas de engomar. ....	10
Figura 6 - Tábuas de Engomar da Classe A .....	11
Figura 7 - Tábuas de Engomar da Classe B por ordem de Consumo.....	12
Figura 8 - Tábuas de Engomar da Classe C por ordem de Consumo.....	12
Figura 9 – Logótipos dos principais clientes da FUTE S.A.....	13
Figura 10 – Diagrama de fluxo do trabalho por Secção na FUTE SA.....	16
Figura 11 – Diagrama de fluxo secção da Pintura .....	17
Figura 12 – Diagrama de fluxo da secção da Zincagem.....	18
Figura 13 - Layout da secção da Montagem com delimitação das Linhas Produtivas...	18
Figura 14 - Desarrumação da secção da montagem .....	20
Figura 15 - Centralização da informação chave .....	21
Figura 16 - Casa da Qualidade Toyota Production System .....	25
Figura 17 - Triângulo da Gestão Visual .....	28
Figura 18 - Gestão do Conhecimento (Orzen, 2011).....	29
Figura 19 - Fatores que determinam a eficácia de um layout fabril (Raman, Sev V. Nagalingam, & Grier C. I. Lin, 2007) .....	30
Figura 20 - Diagrama de Ishikawa.....	34
Figura 21 - Os 3 componentes do conhecimento (Pyzdek, 2003).....	36
Figura 22 - Processo de adquirir informação (Pyzdek, 2003).....	36
Figura 23 - Ciclo PDSA ou PDCA (Pyzdek, 2003) .....	37
Figura 24 - Exemplo de um Diagrama de Esparguete .....	37
Figura 25 - Fator de Concessões retirado da norma "ILO - Labour Standards" .....	40
Figura 26 - Layout da Linha de Montagem 1 .....	46
Figura 27 - layout da Linha de Montagem 2.....	48
Figura 28 - Layout da Linha de Montagem Rowenta .....	51

Figura 29 - Layout da Linha de Montagem Frismag .....	53
Figura 30 – Gráfico circular do tempo produtivo anual de cada Linha de Montagem ..	57
Figura 31 - Diagrama Causa-Efeito para a "Má Ocupação do Espaço" .....	59
Figura 32 - Layout Secção da Montagem em papel milimétrico - Escala 1:140.....	63
Figura 33 - Levantamento dos Pontos Elétricos e Ar comprimido bem como os Fluxos de Transporte e Abastecimento .....	64
Figura 34 - Maquete 3D final da Secção da Montagem .....	66
Figura 35 - O "Antes e Depois" da Mudança de Layout .....	68
Figura 36 - Diagrama de Fluxo do Processo Produtivo.....	77
Figura 37 - Planeamento da Produção .....	78
Figura 38 – Voice of Customer .....	82
Figura 39 – Critica to Quality .....	83
Figura 40 - Análise ABC para os defeitos produtivos .....	85
Figura 41 - Diagrama 5whys para "Algumas encomendas chegam com atraso ou fora de Especificação" .....	88
Figura 42 - Secções da Ficha de Especificação do Cliente .....	90
Figura 43 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção do Cabeçalho.....	91
Figura 44 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção Produto e Componentes Base ..	91
Figura 45 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção dos Componentes Acessórios ...	92
Figura 46 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção da Produção .....	92
Figura 47 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção de Embalamento e Logística .....	93
Figura 48 - Ficha de Vista Explodida para a tábua 206.21SEB – Vista Explodida, Vistas Auxiliares e Legenda .....	94
Figura 49 - Ficha de Layout Linha 2 - ANEXO K.....	96
Figura 50 - Esquema de Mudança da configuração da "Linha 2 para 2+ (ANEXO L)" ....	97
Figura 51 - Diretório de Informação para as FEC .....	98
Figura 52 - Index do Quiosque de Informação .....	104
Figura 53 - Página Base do Quiosque de Informação.....	105
Figura 54 - Secção do Cliente do Quiosque de Informação .....	105

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tipologia do Sistema de Produção da FUTE SA .....	14
Tabela 2 - Designação dos 5S .....	27
Tabela 3 - Passos da ferramenta DMAIC (Furterer, 2009) .....	31
Tabela 4 - Carta do Projeto para o Evento Kaizen nº1 .....	54
Tabela 5 - Quantidade total de Tábuas de Engomar Produzidas por Linha em 2016....	56
Tabela 6 - Tempo médio de ciclo por Linha de Montagem.....	56
Tabela 7 - Tempo de Ocupação anual das Linhas de Montagem.....	57
Tabela 8 - Faturação por unidade produzida por Linha de Montagem .....	58
Tabela 9 - Valor despendido em Euros por cada tábua de engomar produzida.....	58
Tabela 10 – Ciclo PDCA, Fase Planeamento, Evento Kaizen nº1 (ANEXO C).....	62
Tabela 11 - Taxa de Utilização e Área Ocupada por linha de montagem .....	63
Tabela 12 - Distância percorrida em cada linha de montagem.....	64
Tabela 13 - Ciclo PDCA, Planeamento da Fase Execução .....	67
Tabela 14 - Comparação da taxa de ocupação "Antes e depois" da Mudança de Layout 69	69
Tabela 15 - Comparação unidades produzidas Julho 2016-17.....	69
Tabela 16 - Comparação da distância percorrida nas linhas de montagem .....	70
Tabela 17 - Comparação dos Consumos energéticos jul-Ago16 e jul-Ago17.....	71
Tabela 18 - Quadro Resumo das melhorias do Projeto 1.....	71
Tabela 19 - Carta do Projeto para o Evento Kaizen nº2 .....	76
Tabela 20 - Diagrama SIPOC .....	76
Tabela 21 - Diagrama de Fluxo e Procedimento da Montagem da tábua Homie Pro para o Cliente Grupo SEB.....	79
Tabela 22 - Amostragem Inicial paragens produtivas .....	84
Tabela 23 - Amostragem Final paragens produtivas .....	84
Tabela 24 - Cronometragem Inicial tempo Mudança configuração da Linha 2 .....	86
Tabela 25 - Cronometragem Final tempo de Mudança de configuração da Linha 2.....	87
Tabela 26 - Apresentação das vertentes do COPQ .....	87
Tabela 27 - Comparação tempo improdutivo por não conformidades .....	95

---

Tabela 28 - Comparação tempo de Mudança de Configuração da Linha 2 .....	98
Tabela 29 - Quadro Resumo do Projeto de Melhorias 2 .....	98
Tabela 30 - Quadro Resumo das melhorias.....	103

# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
1.1	ENQUADRAMENTO.....	3
1.2	OBJETIVOS.....	3
1.3	METODOLOGIA.....	4
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	4
2	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DO PROBLEMA .....	7
2.1	HISTÓRIA DA EMPRESA E APRESENTAÇÃO DO PRODUTO E CLIENTES.....	7
2.2	CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO .....	14
2.3	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	20
3	CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA.....	25
3.1	PARADIGMA LEAN E TOYOTA PRODUCTION SYSTEM .....	25
3.1.1	5S.....	27
3.1.2	SMED .....	27
3.1.4	Kaizen .....	28
3.1.5	Gestão Visual.....	28
3.1.6	Standard Work & Knowledge Management .....	29
3.1.7	Configuração de Layouts .....	30
3.2	SEIS SIGMA.....	31
3.2.1	SIPOC – Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers .....	32
3.2.2	VOC – Voice of the Customer .....	33
3.2.3	CTQ – Critical to Quality .....	33
3.2.4	COPQ – Cost of Poor Quality .....	33
3.2.5	Diagrama de Ishikawa .....	34
3.2.6	Classificação ABC.....	35
3.2.7	Ciclo PDCA .....	36
3.2.8	Spaghetti Diagram .....	37
3.3	MEDIÇÃO DO TRABALHO.....	38
3.3.1	Amostragem .....	38
3.3.2	Cronometragem .....	39
3.4	ECONOMIA DE MOVIMENTOS.....	41
4	PROJETO DE MELHORIA DA TAXA DE UTILIZAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM .	45
4.1	FASE DEFINIR.....	45
4.1.1	Apresentação do Estado Inicial .....	45
4.1.2	Carta do Projeto nº1 .....	54
4.2	FASE MEDIR.....	55
4.2.1	Unidades Produzidas .....	55
4.2.2	Tempos de Ciclo .....	56
4.2.3	Tempo Produtivo.....	57
4.2.4	Faturação por Unidade Produzida.....	58

4.2.5	Custos de Produção Analisados.....	58
4.3	FASE ANALISAR .....	59
4.4	FASE MELHORAR.....	61
4.4.1	PDCA – Fase Planeamento .....	61
4.4.2	PDCA – Fase Execução .....	66
4.4.3	PDCA – Fase Controlo.....	68
4.4.4	PDCA – Fase Atuar .....	71
4.5	FASE CONTROLAR .....	71
5	PROJETO DE DIMINUIÇÃO DO TEMPO IMPRODUTIVO COM A SISTEMATIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO CHAVE .....	75
5.1	FASE DEFINIR.....	75
5.1.1	Carta do Projeto nº2.....	75
5.1.2	Diagrama SIPOC.....	76
5.1.3	Apresentação do Estado Inicial .....	77
5.1.4	Diagrama VOC – Voice of Customer .....	82
5.1.5	Diagrama CTQ – Critical To Quality .....	82
5.2	FASE MEDIR.....	83
5.2.1	Amostragem Tempo Improdutivo .....	83
5.2.2	Registo dos Erros que levam ao Tempo Improdutivo .....	85
5.2.3	Cronometragem Tempo de Mudança de Configuração da Linha 2 .....	86
5.2.4	Cálculo do COPQ – Cost of Poor Quality .....	87
5.3	FASE ANALISAR .....	88
5.4	FASE MELHORAR.....	89
5.4.1	Ficha de Especificação do Cliente.....	89
5.4.2	Ficha de Vista Explodida .....	93
5.4.3	Ficha de Layout.....	95
5.5	FASE CONTROLAR .....	98
6	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	103
	Bibliografia.....	109
	ANEXOS.....	113
	ANEXO A - Planta da Montagem com as 4 Linhas de Produção .....	113
	ANEXO B – Quantidades de Tábuas de Engomar Produzidas x Linhas x Mês em 2016.....	114
	ANEXO C – Planeamento Projeto de Mudança do Layout da Secção da Montagem .....	115
	ANEXO D – Planta da Montagem Parte 1 .....	116
	ANEXO E – Planta da Montagem Parte 2.....	117
	ANEXO F – Diagrama Spaghetti das movimentações de cada Linha e levantamento das Tomadas Elétricas e de Ar Comprimido.....	118
	ANEXO G – Maquete 3D final do Layout da Secção da Montagem .....	119
	ANEXO H – Folha de Cronometragem .....	120
	ANEXO I – Ficha de Especificação do Cliente para a tábua 206.21SEB – Homie c/ grelha PRO 121	
	ANEXO J – Ficha de Vista Explodida Homie Pro – Grupo SEB .....	122

---

ANEXO K – Ficha de Layout Linha 2 Padrão .....	123
ANEXO L – Instrução de trabalho de mudança layout Linha 2 para Laurastar .....	124



# 1. INTRODUÇÃO

- 1.1 ENQUADRAMENTO
- 1.2 OBJETIVOS
- 1.3 METODOLOGIA
- 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 ENQUADRAMENTO

A dissertação está enquadrada no âmbito da disciplina de DPEST – Dissertação / Projeto / Estágio, disciplina anual do 2º ano do curso de Engenharia Mecânica seguindo o Mestrado em Gestão Industrial no ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Este trabalho foi desenvolvido na empresa FUTE – Fábrica de Utilidades e Tubo, SA, um dos líderes a nível europeu do fabrico de tábuas de engomar e escadotes. O *core business* da empresa são as tábuas de engomar daí que será abordada apenas essa secção.

A empresa fabricando apenas uma gama de produtos semelhantes tem de ser especialista nesse produto e tem de ter uma elevada flexibilidade na produção do mesmo sendo capaz de satisfazer toda e qualquer especificação de cliente. Foi com base nessa necessidade que surgiu a oportunidade de implementar um sistema que facilite a fabricação de produtos que na sua base são idênticos, mas que dependendo do cliente terão de ser específicos e distinguíveis.

## 1.2 OBJETIVOS

O projeto incide na melhoria do sistema produtivo na secção da montagem da empresa FUTE S.A. focando os esforços no estudo do layout atual e no modo como o fluxo produtivo na secção se desenrola. Concretamente os objetivos são:

1. Melhorar o aproveitamento do espaço produtivo na secção da montagem;
2. Diminuir os tempos improdutivo com a sistematização da informação chave;

O primeiro objetivo do projeto passa por perceber como está ocupado o espaço produtivo na secção da montagem e melhorá-lo. Espera-se que a taxa de ocupação geral do espaço aumente assim como a produtividade.

O segundo incide em sistematizar a informação chave, desenvolvendo e aplicando um sistema de tipificação de linhas de montagem intuitivo e adaptado por produto e por cliente. Espera-se que uma sistematização da mudança do layout das máquinas diminua os tempos improdutivo, assim como a apresentação das características intrínsecas a cada cliente facilite a deteção de inconsistência de montagem num produto com tantas características permutáveis.

### 1.3 METODOLOGIA

Na realização do trabalho de projeto subjacente ao documento elaborado a metodologia aplicada foi o estudo do caso (Kothary, 2004) auxiliada da metodologia DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*). O primeiro é um método de análise qualitativa e quantitativa comumente usado. O último, sendo o ciclo DMAIC vai ser adaptado para a melhoria de um sistema produtivo. Em ambos são identificáveis cinco grandes etapas do processo, sendo:

1. Definir o estado inicial do processo a ser estudado;
2. Recolher dados, através da medição, necessários para a quantificação do processo;
3. Analisar os dados recolhidos e identificar as causas raiz dos problemas identificados;
4. Desenvolver planos de melhoria e implementá-los;
5. Concluir com o controlo das melhorias para que as mesmas continuem a médio-longo prazo.

### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este projeto segue a estrutura tradicional sendo composto por 6 grandes capítulos:

#### *Capítulo 2 – Apresentação da Empresa e do Problema*

O segundo capítulo diz respeito à empresa, salientando parte da sua história, enumerando a gama de produtos e clientes, classificando o sistema produtivo e apresentando o problema a que se espera ter resposta.

#### *Capítulo 3 – Contextualização Teórica*

No terceiro capítulo são apresentados os conceitos base que auxiliaram, orientaram e validaram o trabalho desenvolvido, por ordem de utilização, tentando manter uma contextualização bibliográfica lógica ao longo do processo de melhoria.

#### *Capítulo 4 e 5 – Propostas de melhoria*

São entendidos como os capítulos de maior importância, sendo neste apresentado o raciocínio em torno das propostas de melhoria que assenta na metodologia mencionada anteriormente dando ênfase aos pontos de desenvolvimento, aplicação e controlo das melhorias.

#### *Capítulo 6 – Conclusão e Propostas futuras de melhoria*

Este último capítulo destina-se a propostas de melhoria que foram desenvolvidas mas ainda não foram concretizadas, nomeadamente propostas de modo de aplicação das melhorias desenvolvidas.

## 2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DO PROBLEMA

- 2.1 HISTÓRIA DA EMPRESA E APRESENTAÇÃO DO PRODUTO E CLIENTES
- 2.2 CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO
- 2.3 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA



## 2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DO PROBLEMA

### 2.1 HISTÓRIA DA EMPRESA E APRESENTAÇÃO DO PRODUTO E CLIENTES

A FUTE – Fábrica de Utilidades de Tubo, foi fundada em 1964 por Abílio Ferreira sob o nome de AFER (cujo logótipo se apresenta na Figura 1), nome esse que ainda hoje vigora como nome da marca própria dos artigos fabricados na FUTE, assim como na sucursal presente no Brasil.

# Afer

Figura 1 - Logótipo marca AFER (Afer, 2017)

A fábrica localiza-se em Cesar, distrito de Aveiro, ver Figura 2, e foca-se na produção de Mobiliário metálico, sendo considerada como umas das principais fabricantes europeias de tábuas de engomar para uso doméstico.



Figura 2 - Vista satélite da empresa FUTE SA

A empresa recebe os materiais em forma de matéria-prima e, dentro das suas portas, transforma o metal (alumínio e ferro, em tubo, chapa e perfil), trata (zincagem), pinta e monta-o, sendo que o produto sai da FUTE no seu estado final (na maioria dos casos).

Além da produção e comercialização de tábuas de engomar, a FUTE também produz acessórios de engomar e escadotes, tanto metálicos como de alumínio, que apesar de relevantes para o negócio da empresa, representam atualmente menos de 10% do volume de negócios.

A empresa destaca-se pela qualidade e versatilidade das várias gamas comercializadas, sendo também possível criar modelos à medida, mediante um acordo prévio entre cliente e empresa para que sejam definidas as especificações pretendidas.

Isto significa que é necessário conjugar *design*, formato e função, para poder conceber produtos apelativos, tendo sempre em mente, que a perceção do cliente perante a tábua depende de muitos fatores, ou seja, seria prejudicial projetar tábuas com características que restringissem o potencial número de consumidores.

Uma das principais filosofias da empresa é assegurar a qualidade total dos seus produtos em todas as fases, desde a conceção até ao fabrico. Foi com esse intuito que foi implementado um sistema de gestão da qualidade, permitindo deste modo a certificação da FUTE segundo a norma ISO 9001 pelo grupo TÜV Rheinland, desde o ano de 2002.

A responsabilidade social e, por conseguinte, o desenvolvimento sustentável são outros princípios fundamentais desta companhia, por isso, como forma de assegurar a máxima eficiência produtiva e a otimização dos recursos, no ano de 2005, foi também alcançada a certificação ambiental ISO 14001, pela mesma entidade. Já no decorrer no ano de 2015, a empresa foi acreditada com a norma ISO 50001, que garante a certificação energética, ver Figura 3.



Figura 3 - Certificação ISO 9001, ISO 14001 e ISO 50001 - FUTE SA

Em suma, a FUTE é atualmente constituída por 96 colaboradores e comercializa os seus produtos para vários revendedores e superfícies comerciais tanto a nível nacional como internacional, estando representada em vários países, através de sucursais em Espanha, França e Brasil. De acordo com os dados fornecidos pela própria empresa, no ano de 2016, atingiu-se um volume de negócios de aproximadamente 7 milhões de euros.

Na entrada da própria empresa é possível observar a missão e a visão da mesma, valores que estão presentes no quotidiano e são a base para as diversas ações tomadas no dia-a-dia:

Missão: “Criar e desenvolver produtos simples, inovadores, atrativos, funcionais e fiáveis, diferenciadores em cada segmento de mercado e suas diferentes necessidades, definem a estratégia da Empresa.”

Visão: “A FUTE será uma empresa de sucesso e de referência internacional, sustentada na marca AFER ou do Cliente, com a melhor relação qualidade/preço, onde e com quem as pessoas gostam de trabalhar e com a qual se identificam. A par desta estratégia, consideramos ser nossa missão criar uma simbiose entre a empresa, o mercado e o meio envolvente, em todas as suas vertentes, nomeadamente, qualidade, *design*, inovação, proteção ambiental, eficiência energética e sustentabilidade” (Afer, 2017).

Como já foi referido anteriormente, os produtos que a empresa comercializa centram-se nas tábuas de engomar e nos escadotes de alumínio e metálicos, ver Figura 4, sendo que estes últimos representam menos de 10% do volume de negócios da empresa.



Figura 4 – Escadotes de alumínio (a) e (b) e escadote metálico (c).

A grande variabilidade de gamas de tábuas de engomar que a empresa apresenta diz tudo sobre a sua posição no mercado, privilegiando uma diferenciação que potencie o número de clientes.

Atualmente a empresa dispõe de 29 gamas de tábuas de engomar que, com a possibilidade de o cliente personalizar a tábua que pretende, e a empresa com os meios necessários para satisfazer o cliente, acaba por aumentar esse número dentro das próprias gamas.

Com base nos números de vendas mensais do primeiro semestre de 2017 fornecidos pela empresa, foi possível desenhar a curva ABC das gamas de tábuas de engomar.

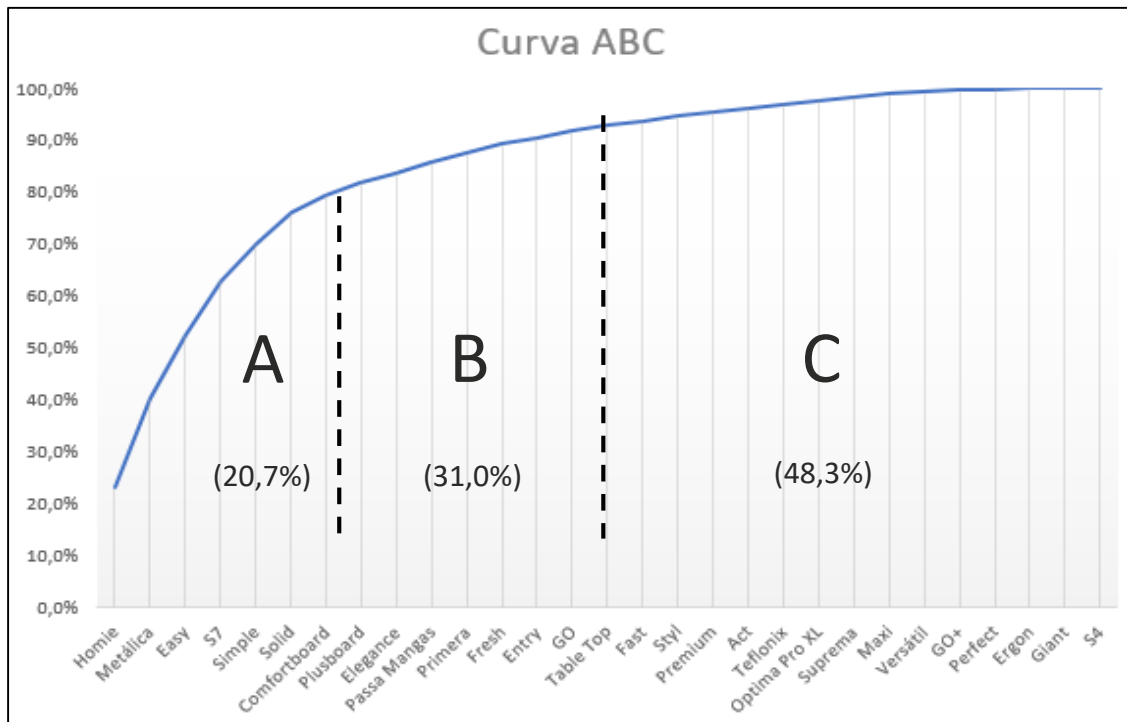


Figura 5 – Curva ABC das gamas de tábuas de engomar.

No caso concreto da FUTE S.A., esta ferramenta permite ao gestor dividir os seus produtos em 3 classes (A, B e C), com importância decrescente. Sendo assim, as gamas inseridas na classe A, Figura 6, poderão ser consideradas as mais relevantes para a empresa, uma vez que representam 20,7% da totalidade das gamas e correspondem a um volume de vendas de, aproximadamente, 80%.

**Gama Homie – Homie Pro Metal**





Figura 6 - Tábuas de Engomar da Classe A

Já as gamas pertencentes à classe B, figura 7, assumem um papel intermediário na importância dos seus volumes de vendas, uma vez que 30,0% da totalidade das gamas correspondem a cerca de 15% do volume de vendas.



Figura 7 - Tábua de Engomar da Classe B por ordem de Consumo

Por fim, as gamas que não representam tanta importância pelo seu número de vendas face à globalidade com cerca de 5%, ver Figura 8, correspondem a 48,3% da totalidade das gamas e inserem-se na classe C. De salientar ainda que alguns nomes de tábua de engomar foram censurados por questões de confidencialidade.



Figura 8 - Tábua de Engomar da Classe C por ordem de Consumo

Focalizando-se nos clientes, a FUTE SA. está presente nos mercados nacional (principalmente hipermercados) e internacional, podendo destacar-se os 10 principais da sua carteira de clientes, apresentados na Figura 9, tendo igualmente como base o primeiro semestre de 2017.



Figura 9 – Logótipos dos principais clientes da FUTE S.A.

De notar que estes 10 clientes são responsáveis por cerca de 84,4% do volume de negócios das tábuas de engomar e escadotes.

Em suma, na FUTE, com foco no produto tábua de engomar, existem:

- 29 gamas de tábuas de engomar;
- 74 modelos distintos;
- 50+ clientes ativos;
- 130+ especificações de cliente.

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO

Um sistema produtivo deve ser classificado indicando as características internas ao sistema mas também externas, como é o caso do planeamento, gestão da produção e a gestão da qualidade. Relativamente à primeira parte a classificação está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipologia do Sistema de Produção da FUTE SA

<b>FUTE SA</b>	
<b>Parâmetros</b>	<b>Classificação</b>
Implantação:	Implantação por processo/JobShop
Fluxo dos Materiais:	Intermitente
Método Operativo:	Fabrico por encomenda
Quantidades produzidas:	Produção por lotes
Tipologia da estrutura do produto:	X
Variabilidades dos produtos:	Diferenciados
Gama operatória:	Diferentes
Natureza dos produtos:	Discreta
Caracterização da procura:	Variável a imprevisível
Organização:	Flexível
Produção no espaço:	Concentrada

O fator de diferenciação da empresa é a flexibilidade produtiva daí que recorre a uma implantação por processo para acomodar a grande variedade dos artigos.

A produção é concentrada, pelo que a empresa opta por fabricar grande parte dos componentes de que vai necessitar e é feita segundo as encomendas do cliente, o que leva a um fluxo intermitente, ou seja, existe um elevado número de ordens de fabrico com lotes geralmente pequenos e com armazenamentos intermédios ao longo do processo.

O produto resulta de um número finito de componentes permutáveis entre si, que montados formam produtos finais diferenciados, de gama operatória diferente e de natureza discreta.

Por fim, a procura é classificada como flexível de natureza variável e imprevisível já que não é possível discernir um padrão de encomendas por parte dos clientes (Ávila, 2015).

O planeamento da produção é feito pelo Gestor Industrial semanalmente e com afixação de um documento 1 dia útil antes da sua aplicabilidade. O planeamento

assenta no método JIT (Just In Time) pelo que as encomendas são geralmente feitas segundo a ordem de entrada na plataforma informática. As mesmas são agrupadas no sentido de facilitar e estabilizar a resposta do sistema produtivo às variações das especificações do cliente no que toca às máquinas necessárias à produção, aos acessórios do produto final, ao método de embalagem, etc. Este documento está sujeito a modificações por parte do chefe da secção da montagem se o mesmo vir que é impreterivelmente necessário, nomeadamente no caso de imprevistos como a falta de material necessário, material não conforme, entre outros.

No que toca à qualidade, a empresa segue a norma NP ISO 9001:2008. A entidade auditora e certificadora é a empresa Tüv Rheinland. É feito um controlo de qualidade dos materiais, do produto e dos equipamentos. O controlo dos materiais é feito à entrada pelo responsável direto através de um plano de amostragem previamente definido. O controlo do produto é feito em cada posto de trabalho por parte do operário, ou seja, é feito um autocontrolo e em caso de não conformidade o produto é verificado pelo responsável do Departamento da Qualidade com o objetivo de apurar e eliminar as causas dessa mesma não conformidade. Por fim o controlo dos equipamentos é feito geralmente através de manutenção corretiva por parte de um técnico especializado.

O funcionamento da empresa assenta em cinco principais secções de produção. O armazém 1 onde é feito o armazenamento da matéria-prima, principalmente composta por bobines e atados metálicos juntamente com o armazém 2 onde é feito o armazenamento dos acessórios plásticos provenientes dos fornecedores e o armazém 3 onde estão os têxteis. A secção da serralharia processa a matéria-prima anterior seguindo parte dos componentes para a secção da zincagem onde é feito o seu tratamento químico e parte para a secção da pintura. Em paralelo existe a secção da costura onde os tecidos são trabalhados em coberturas para cada um dos modelos das tábuas. Os componentes das quatro secções anteriores convergem na secção da montagem onde, como o nome indica, é feita a montagem consoante a especificação do cliente. A seguir na Figura 10 é demonstrado de uma forma simplificada o fluxo global do sistema produtivo.

De notar que a secção da serralharia trabalha normalmente 1 semana à frente da secção da montagem, costura e pintura. Os inputs internos para a zona da montagem têm que ser planeados e produzidos com uma semana de antecedência, sendo que os inputs externos, como as peças plásticas, rótulos, cartão, parafusos etc. têm de ser encomendados com 2 semanas de antecedência.

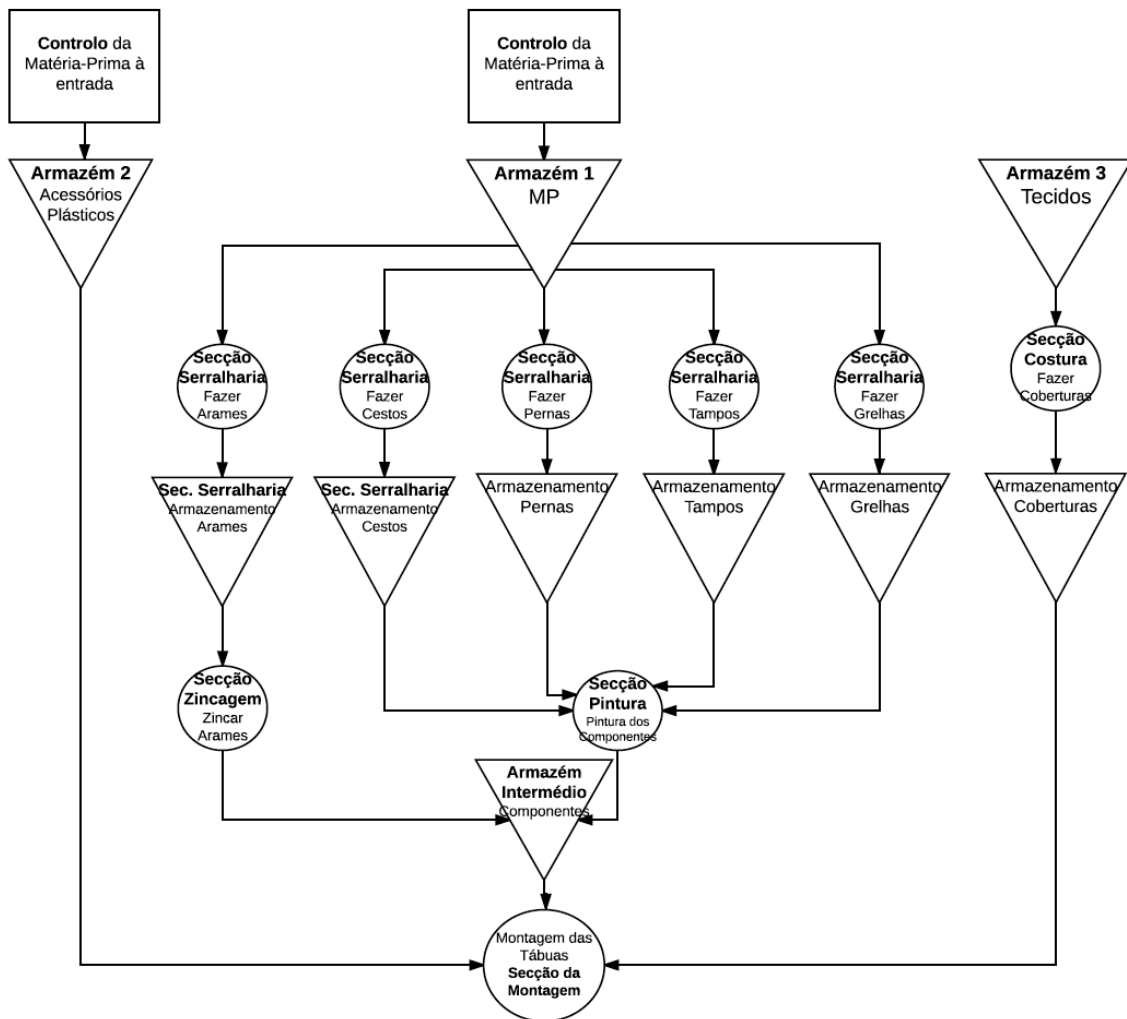


Figura 10 – Diagrama de fluxo do trabalho por Secção na FUTE SA

### Secção da Serralharia

A secção da serralharia processa componentes como os tampos, cestos, arames, pernas e grelhas.

Os tampos são compostos por quatro componentes soldados:

- A rede que provém de um rolo de chapa, é cortada, esticada e espalmada numa prensa mecânica e posteriormente cunhada noutra prensa para que não fiquem arestas vivas ou cortantes;
- O aro que é cortado e moldado através de uma perfiladora e posteriormente estampado;
- A travessa que é cortada e estampada numa perfiladora automática;
- As corrediças que são cortadas e estampadas numa prensa mecânica e furadas num balancé.

Estas 4 partes são soldadas e formam o tampo. Existem 9 tipos de tampos daí que existem 9 tamanhos de rede, 9 tipos de aro, 9 travessas e 9 corrediças.

Os cestos são feitos a partir de arames curvados numa máquina própria, arames esses que são depois soldados e pintados.

Os arames para os travões e varetas são processados de uma forma semelhante aos cestos, mas levam um tratamento diferente sendo zincados em vez de pintados.

As pernas são obtidas através do processamento de atados de tubo, tubo esse que é cortado, perfilado e soldado adotando as dimensões descritas nas instruções de trabalho segundo o modelo de perna pretendido.

### Secção da Pintura

A grande maioria dos componentes vão para a secção da pintura (exceto arames), onde são suspensos e colocados em carris que os levam pelas várias etapas do processo de pintura.

Numa primeira instância todos os componentes são lavados por jato de água. Este processo é crucial para que todos os resíduos e óleos sejam retirados tornando o processo de pintura subsequente mais eficaz.

O segundo passo é a secagem seguido da pintura propriamente dita. A tinta em pó é carregada com uma carga electrostática contrária à da peça e é pulverizada contra a mesma. A diferença de polaridade faz com que as partículas de tinta adiram ao material.

A passagem seguinte no forno polimeriza as partículas da tinta, ou seja, os monómeros de tinta com a introdução de energia sob a forma de calor formam um polímero compacto, coeso e resistente. Na Figura 11 é apresentado o diagrama de fluxo.

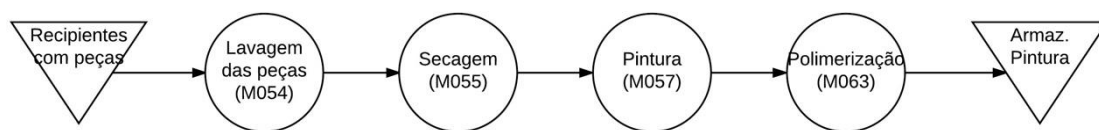


Figura 11 – Diagrama de fluxo secção da Pintura

### Secção da Zincagem

Os restantes componentes, como é o caso de certos arames passam para a secção da zincagem onde são lavados para retirar impurezas, melhorar a capacidade de adesão do zinco e evitar a oxidação dos componentes.

A segunda fase do processo é a decapagem ou banho ácido para eliminar grande parte dos salpicos de solda, ferrugem ou tinta.

Seguidamente as peças são imersas em zinco e de seguida retiradas sendo arrastada uma camada de zinco fundido. Ao solidificar o zinco forma uma camada protetora exterior juntamente com camadas Fe-Zn entre a liga e a camada exterior.

Por último é essencial que seja feita a passivação do zinco que ocorre naturalmente, mas neste caso é forçada através de um banho em ácido nítrico. Este processo, Figura 12, vai dar a durabilidade necessária ao componente final.

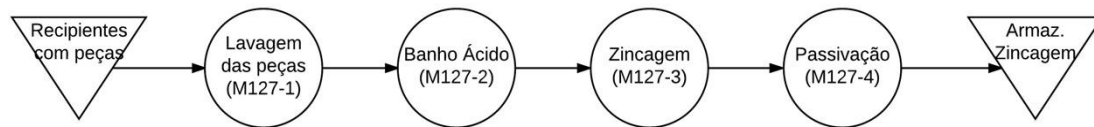


Figura 12 – Diagrama de fluxo da secção da Zincagem

### Secção da Costura

Esta secção tem o papel de processar os tecidos, provenientes de encomendas externas, em coberturas para as tábuas de engomar. A costura produz também encomendas de coberturas de substituição que são vendidas em separada como um produto independente.

### Secção da Montagem

É nesta secção que são montados todos os componentes provenientes do fornecedor e das secções anteriores. É também esta a secção que tem o dever de fazer o controlo final ao produto e a todos os componentes que o constituem para que nada vá para o cliente fora da especificação. Na Figura 13 e no Anexo A é apresentada a planta desta secção com as linhas de montagem divididas por cor.

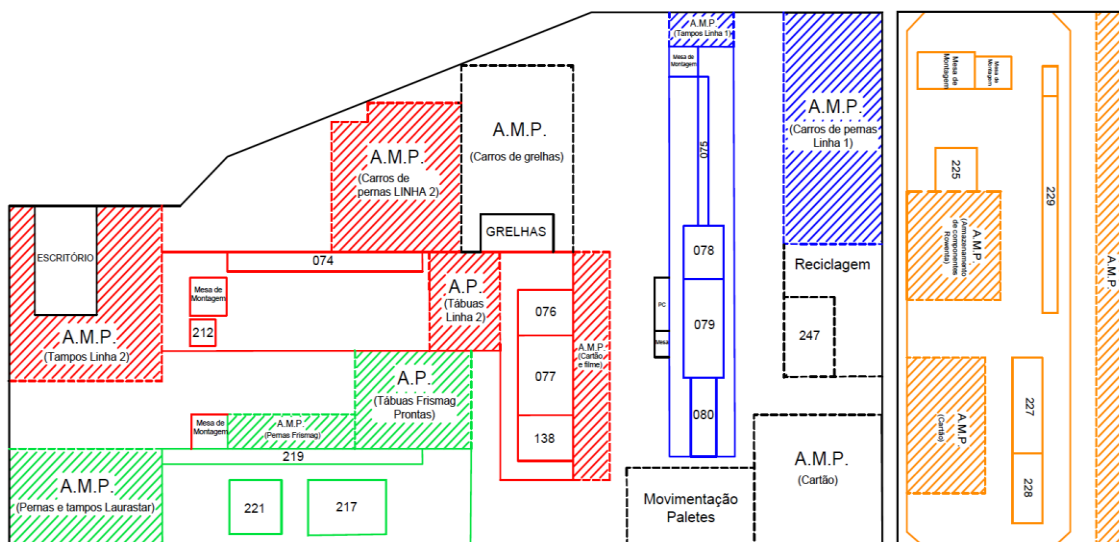


Figura 13 - Layout da secção da Montagem com delimitação das Linhas Produtivas

A linha de montagem número 1 e 2, a azul e vermelho correspondentemente, são caracterizadas por terem bastante flexibilidade e produzem modelos de gama baixa para o caso da linha 1 e gama média para o caso da linha 2. Estas são as linhas principais produzindo aproximadamente 90% de toda a gama de tábuas de engomar da empresa.

A flexibilidade destas linhas traz vários problemas já que para fabricar tábuas diferentes na mesma linha é necessário um número de operários e maquinaria diferentes e, por vezes, postos de trabalho auxiliares diferentes também. Esta flexibilidade leva a problemas no setup/configuração da linha na medida em que esta mudança não está sistematizada.

Outra das linhas de montagem é a Frismag, a verde, que é dedicada apenas a modelos dessa mesma marca. Estes modelos são de uma gama profissional na medida em que a sua montagem requer operários especializados. Este facto leva a que a mão de obra desta linha tenha que ser gerida de forma inteligente e responsável visto que estes operadores conseguem montar tábuas das restantes linhas, mas o contrário não é possível.

A montagem para as tábuas da gama Frismag pode ser dividida em quatro etapas:

- A primeira é a preparação dos componentes para a montagem. Aqui é feita a montagem em postos auxiliares de acessórios que posteriormente vão ser montados nas pernas;
- A segunda etapa é a montagem das pernas. Nesta etapa são preparadas as pernas que vão ser utilizadas para o dia numa máquina com moldes e gabaris específicos para os modelos;
- A etapa seguinte é a montagem propriamente dita. São montadas as pernas no tampo com todos os acessórios e é fixada por aparafusamento e rebitagem;
- A última fase, já com o produto final acabado, é o embalamento. Esta fase ocorre quando já se tem a produção acabada para aquele dia.

Por último existe a linha Rowenta, a laranja, que, como o próprio nome indica é uma linha de montagem específica para o cliente Rowenta. Nesta linha são apenas produzidos dois modelos de tábuas (P3D e Regular).

O modo de funcionamento é semelhante ao das linhas 1 e 2 com a particularidade de que como fabrica uma gama mais alta e complexa necessita de mais postos de trabalho. Esta linha necessita de aproximadamente uma equipa e meia de trabalho, o que praticamente impossibilita o trabalho nas restantes linhas de produção. Este facto leva a um acumulação de materiais vindo das secções a montante criando um elevado volume de componentes que pode dificultar as movimentações em toda a secção.

## 2.3 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

O problema abordado nesta dissertação é uma melhoria geral do sistema produtivo para a secção da montagem. Partindo desta problemática geral foram identificados subproblemas, entre eles:

1. Planta fabril um pouco confusa e pouco eficiente:

Pelo que não é identificável o fluxo produtivo nem as delimitações de cada linha, ou seja, onde acaba uma linha e começa outra. Também se identificaram armazenamentos de matéria prima entre-linhas e por vezes mesmo na área dedicada à linha de montagem o que levava a dificuldades de movimentação e a um aspeto de desordem e caos na secção como se consegue visualizar na Figura 14.

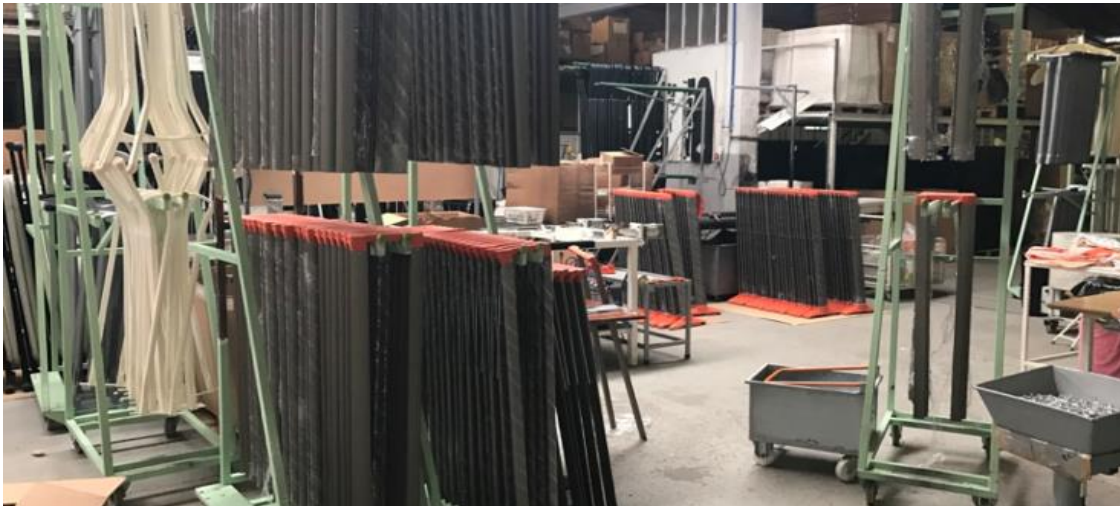


Figura 14 - Desarrumação da secção da montagem

2. Ausência de uma tipificação das linhas:

Esta ausência inclui a divisão das linhas em postos de trabalho bem definidos, bem como uma ausência da informação da maquinaria, colaboradores e matéria-prima necessários em cada posto para cada modelo de produto. Nesta empresa é ainda mais importante esta definição do processo já que uma das linhas de montagem é extremamente flexível sendo configurável em vários layouts de montagem segundo as necessidades produtivas. Sem uma boa definição dessas configurações é virtualmente impossível que esse processo seja eficiente visto que nunca vai ser feito da mesma forma.

### 3. Especificação do cliente:

Analisando outras possíveis melhorias no início do projeto percebeu-se rapidamente que a empresa era frágil na componente técnica do seu processo pelo que a informação chave para a produção do dia-a-dia na empresa estava centralizada em um ou dois chefes de secção, não sendo registada e atualizada em nenhuma plataforma quer escrita quer digital.

Informações como os componentes metálicos base necessários por gama de produto, a cor específica de pintura por cliente, a cor dos plásticos por cliente, os tecidos, os rótulos, as quantidades por palete, o tipo de embalagem, as etiquetas de controlo, as etiquetas de palete, entre outras. Com esta informação apenas presente numa pessoa leva a que apenas essa pessoa consiga detetar erros na produção o que não é de todo eficiente e acaba por não ser eficaz. Outro fator crítico da centralização da informação, Figura 15, numa pessoa é que o sistema produtivo fica excessivamente dependente do operador e quando o mesmo está ausente por qualquer que seja o motivo os erros produtivos tendem a disparar e as não conformidades no cliente também.

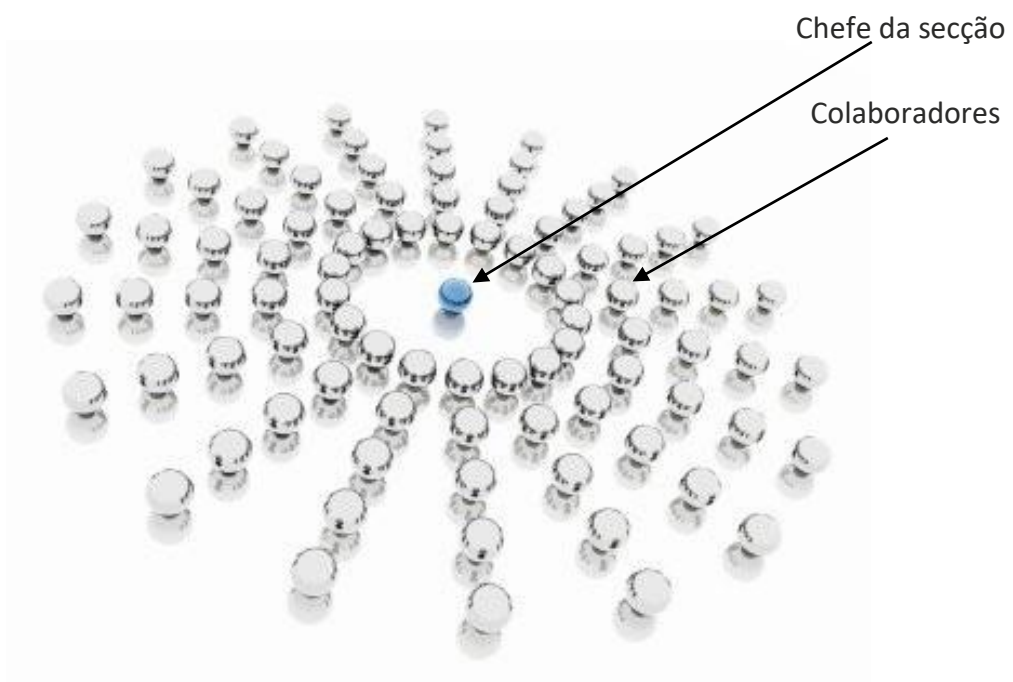


Figura 15 - Centralização da informação chave

São estes os principais problemas que vão ser estudados ao longo do estágio curricular na empresa com o auxílio de ferramentas lecionadas no mestrado em gestão industrial, entre elas instrumentos das metodologias Lean e Seis Sigma.



# 3. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

## 3.1 PARADIGMA LEAN E TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

- 3.1.1 5S
- 3.1.2 SMED
- 3.1.3 Kaizen
- 3.1.4 Gestão Visual
- 3.1.5 Standard Work & Knowledge Management
- 3.1.6 Configuração de Layouts

## 3.2 SEIS SIGMA

- 3.2.1 SIPOC – Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers
- 3.2.2 VOC – Voice of the Customer
- 3.2.3 CTQ – Critical to Quality
- 3.2.4 COPQ – Cost of Poor Quality
- 3.2.5 Diagrama de Ishikawa
- 3.2.6 Classificação ABC
- 3.2.7 Ciclo PDCA
- 3.2.8 Spaghetti Diagram

## 3.3 MEDIÇÃO DO TRABALHO

- 3.3.1 Amostragem
- 3.3.2 Cronometragem

## 3.4 ECONOMIA DE MOVIMENTOS



### 3 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 PARADIGMA LEAN E TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

Em 1908, Henry Ford, alcançou o design de um veículo, Ford Modelo T, orientado para a produção, de fácil uso e de fácil reparação. Foram estas as principais características que revolucionaram a indústria automóvel. Ford conseguiu esse feito através de três ideias. Permutabilidade, simplicidade e facilidade de montagem. Esses fatores davam grande vantagem competitiva em relação a outras empresas do mercado, que dependiam de mão de obra especializada e de uma elevada variabilidade de maquinaria de montagem (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Os conceitos implementados por Henry Ford serviram de ponto de partida para uma nova revolução do sistema produtivo criado pela marca japonesa Toyota. Enquanto que Ford produzia em massa, o mercado japonês exigia outro tipo de abordagem. Foi necessário desenvolver uma nova filosofia de fabrico que fosse capaz de produzir uma grande variedade de produtos com qualidade assegurada, segundo as necessidades de procura do mercado e com custos reduzidos. Esta nova metodologia tem o nome de Toyota Production System (TPS). A metodologia TPS não é apenas um conjunto de técnicas, mas sim um sistema baseado numa estrutura como representado na Figura 16 (Liker, 2004).

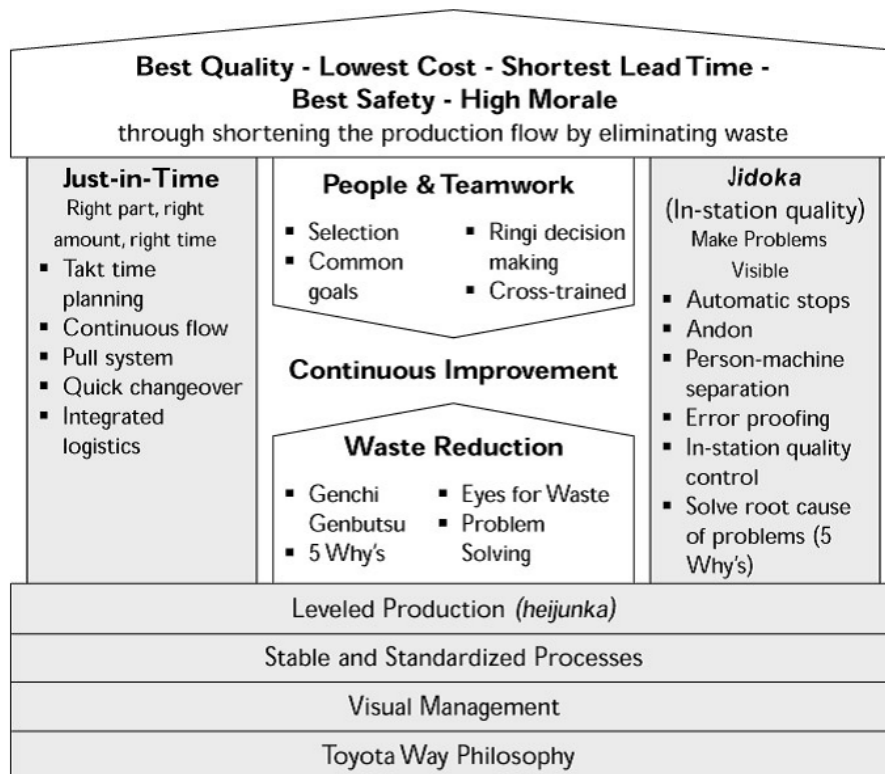


Figura 16 - Casa da Qualidade Toyota Production System

O objetivo, ou seja, o topo da casa, como foi visto anteriormente, é atingir a melhor qualidade ao menor custo, no menor espaço de tempo, seguindo guias restritas de segurança e mantendo os níveis morais altos através de uma diminuição do desperdício. Os dois principais pilares para cumprir esse objetivo são a abordagem *Just in Time* (JIT) que implica eliminar ao máximo a quantidade de inventário e o *Jidoka*, que significa automatização à prova de erro, ou seja, sempre que algo não está de acordo com as guias de qualidade o sistema produtivo para, o que obriga a uma resolução imediata e rápida do problema, o que por sua vez leva a um *output* de elevada qualidade e sem defeitos. As pessoas estão no centro da casa porque são fator fundamental no sistema produtivo e nelas deve ser incutido uma política de melhoria contínua e de identificação de desperdício com o objetivo de resolver os problemas que vão surgindo pela sua causa raiz. A base deste sistema produtivo são os valores e as filosofias *Toyota* como o respeito pela humanidade, segurança e moralidade, uma produção nivelada ou *heijunka* e processos estáveis e estandardizados.

O termo *Lean* e *Lean Production* foi mais tarde utilizado pelo investigador John Krafcik da universidade MIT para designar o sistema produtivo da Toyota por este necessitar de menos esforço por parte dos operários, menos defeitos, menos stock e menos espaço de fábrica comparando-o com o sistema Ford.

Em jeito de conclusão, o TPS não deve ser entendido como apenas um conjunto de ferramentas *lean*, como o JIT, 5S, *kanban*, SMED, Gestão Visual,  $6\sigma$  ... mas sim como um sistema produtivo com um conjunto de partes que contribuem para um todo. A raiz desse todo está nas pessoas e na centralidade do seu papel no sistema.

### 3.1.1 5S

A ferramenta 5S tem como função alterar o comportamento profissional dos operadores criando hábitos de disciplina, organização e limpeza. Na Tabela 2 estão expostos os 5 princípios da metodologia.

Tabela 2 - Designação dos 5S

Denominação		Conceito
Português	Japonês	
Utilização	整理, <i>Seiri</i>	Separar o necessário do desnecessário
Organização	整頓, <i>Seiton</i>	Colocar cada coisa no seu devido lugar
Limpeza	清掃, <i>Seiso</i>	Limpar e cuidar o ambiente de trabalho
Higiene	清潔, <i>Seiketsu</i>	Criar normas/ <i>standards</i>
Disciplina	躰, <i>Shitsuke</i>	Todos ajudam

A sistematização destes comportamentos leva a um chão de fábrica desimpedido e apenas com aquilo que é estritamente necessário melhorando assim o trabalho. Traz um nível de organização superior criando locais específicos para objetos específicos tornando assim o trabalho mais fluido. Torna o local de trabalho limpo criando normas *standard* e leva a um espírito de trabalho de melhoria continua indo de encontro à metodologia *lean* vista anteriormente (Jackson, 2009).

### 3.1.2 SMED

A ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED) foi desenvolvida pelo engenheiro japonês Taiichi Ohno e, mais tarde, cimentada por Shigeo Shingo. Esta ferramenta nasceu da necessidade de diminuir os tempos de preparação das máquinas e linhas de produção, operação que na altura era o *bottleneck* dos sistemas produtivos japoneses. Em média, nos *setups*:

- 30% do tempo é gasto em preparação para a troca;
- 5% na troca propriamente dita;
- 15% em centramentos e outras condições;
- 50% em ajustes dos parâmetros e testes da máquina.

A primeira medida passa por separar o setup em interno e externo, sendo que o setup externo deve ser feito com a máquina ainda em funcionamento. Com esta medida tenta-se eliminar o mais possível dos 30% de tempo gasto em preparação para a troca de ferramentas. A segunda medida envolve estudar quais os passos do Setup interno são passíveis de serem feitos com a máquina em funcionamento. Por fim, a terceira medida é testar a segunda medida e se favorável implementá-la (Shingo, 1985)

### 3.1.3 Kaizen

“Todos os dias melhoramos um pouco. Procuramos a perfeição, sabendo que nunca a iremos alcançar. Sem problema. O percurso é o objetivo...” (Pascal, 2010).

O termo japonês *kaizen* significa melhoria contínua. É um dos pilares da filosofia *Lean* e do modelo TPS e aplica-se a todas as fases do processo produtivo na medida em que todos os elementos devem ser analisados para que seja possível a sua melhoria de uma forma contínua e sistemática.

Esta filosofia de melhoria contínua enfatiza a importância de envolver os funcionários em todos os níveis da organização. O sucesso do kaizen vem de suas pessoas e suas ações. Sempre que é identificada uma área problemática deve-se elaborar um evento kaizen. Os elementos que devem ser envolvidos neste processo vão desde os operadores até à gestão da empresa. Deve ser feita uma reunião em que se analisa o problema, define-se soluções de melhoria e nomeia-se um responsável pela sua implantação (Ortiz, 2006).

### 3.1.4 Gestão Visual

Existem variadas formas de gestão visual, Figura 17 direcionadas a que a informação esteja disponível a um nível operacional. A informação deve estar acessível atempadamente e deve ser intuitiva o suficiente para ajudar toda a equipe a gerir e melhorar o processo.

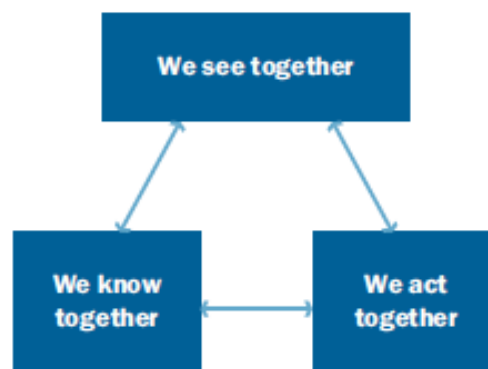


Figura 17 - Triângulo da Gestão Visual

Um fator fulcral para esta ferramenta é que a interpretação da mesma por diferentes pessoas de diferentes competências deve ser igual daí que a simplicidade e a lógica são fatores imperiais na elaboração de um sistema deste tipo. (Peter, Pauline, Gary, & Richard, 2008)

### 3.1.5 Standard Work & Knowledge Management

O trabalho padronizado define e documenta o método mais efetivo para realizar uma tarefa. Geralmente, existem várias formas de realizar o mesmo trabalho, dependendo de quem o faz. A variação nas práticas de trabalho cria variação de tempo, qualidade e custo.

Primeiro, uma equipe estabelece um padrão ao qual todos concordam em aderir. À medida que as melhorias no trabalho são desenvolvidas, testadas, aprovadas e implementadas (PDCA), estas tornam-se a versão mais recente do trabalho padronizado. À medida que a variação e o desperdício são reduzidos, a qualidade e a estabilidade do processo são aprimoradas e a redução de custos é muitas vezes subproduto natural.

Em vez de ser ditado pela administração, o trabalho padrão é estabelecido e é propriedade das pessoas que realmente o realizam, convertendo assim o conhecimento sabido apenas por alguns num método documentado de forma consistente e realizado por todos. A compreensão compartilhada de como o trabalho é feito leva a uma aprendizagem mais rápida, transferência de habilidades, treino cruzado e balanceamento de carga.

Para algumas pessoas, a palavra padrão implica rigidez e inflexibilidade - barreiras à inovação. Mas na verdade, a estabilidade do processo criada pelo padrão encoraja a inovação na medida em que é impossível melhorar um processo instável, descontrolado e inconsistente (Orzen, 2011).

Para além de se padronizar processos é também importante padronizar a informação chave que na maioria dos casos está apenas presente na cabeça dos colaboradores, o que torna o capital intelectual volátil, ver Figura 18, e em risco caso os colaboradores por algum motivo abandonem a empresa.

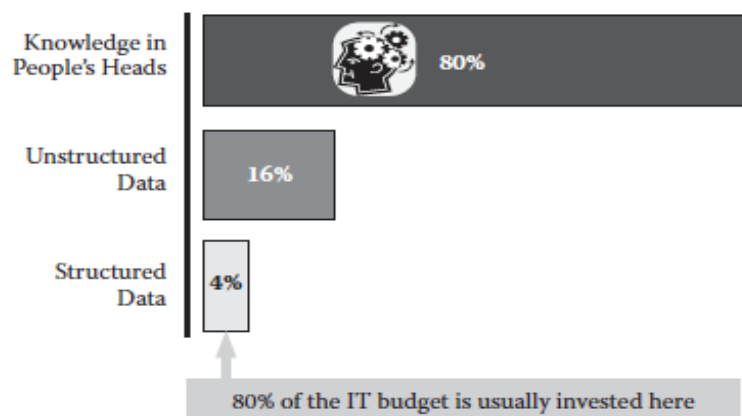


Figura 18 - Gestão do Conhecimento (Orzen, 2011)

### 3.1.6 Configuração de Layouts

O layout fabril é uma das áreas chave que tem uma contribuição significativa no que toca aos custos e ao tempo despendido num sistema produtivo. Fatores como a diferença de proximidade, a flexibilidade do layout e a utilização da área produtiva têm uma enorme influência na quantidade de output produzido pela unidade fabril.

Na construção de um layout é necessário ter em conta a diferença de proximidade entre os fluxos de materiais, tendo em conta que as deslocações dos transportadores com material devem ser curtas e as dos transportadores vazios ainda menores. Os fluxos de informação e de pessoas também têm de ser tomados em conta. O layout deve ser flexível, de fácil expansão e com rotas de movimentação alternativas. Deve ser tomado em conta as variações do volume de procura do produto contando com a matéria-prima necessária, o manuseio da mesma, a produção e o envio. Por fim a ocupação da área produtiva deve ser eficaz sendo a área de adição de valor máxima e a área de não adição de valor mínima, ver Figura 19.

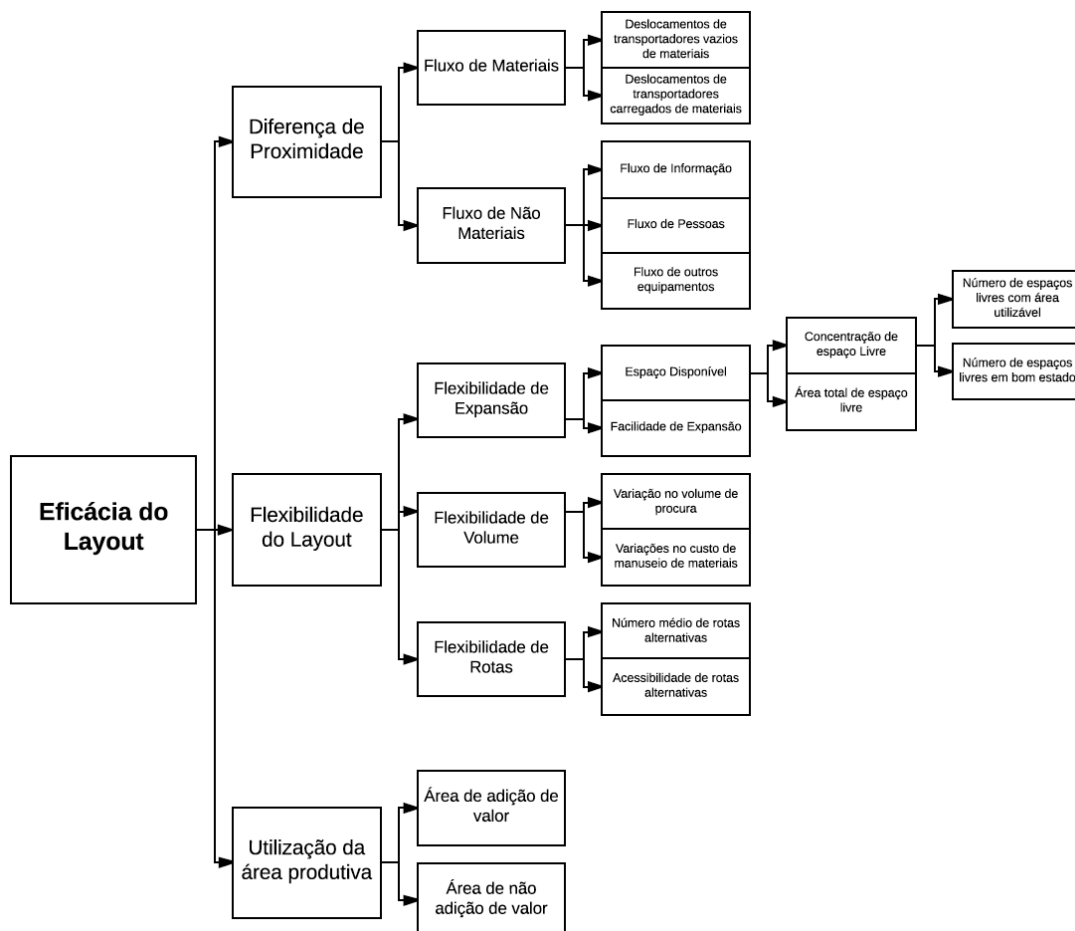


Figura 19 - Fatores que determinam a eficácia de um layout fabril (Raman, Sev V. Nagalingam, & Grier C. I. Lin, 2007)

### 3.2 SEIS SIGMA

O Seis Sigma pode ser descrito como uma aplicação rigorosa e bastante eficiente de técnicas, ferramentas e princípios da qualidade com o objetivo de criar um negócio com virtualmente zero erros.

A letra sigma ( $\sigma$ ) é usada em estatística como o desvio padrão, ou seja, a variabilidade de uma coisa ou um processo. No caso do pensamento seis sigma a letra grega mensura o número de problemas por milhão de atividades, sendo o nível  $6\sigma$  correspondente a 3,4 problemas por milhão de oportunidades de ocorrer um problema.

O Seis Sigma usa um conjunto de ferramentas associado a um modelo de melhoria de performance de nome DMAIC, Tabela 3, (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Este modelo é aplicado em casos em que um produto ou negócio existente tem como objetivo melhorar.

Tabela 3 - Passos da ferramenta DMAIC (Furterer, 2009)

<b>Define</b>	<b>Measure</b>	<b>Analyze</b>	<b>Improve</b>	<b>Control</b>
1. Develop project charter 2. Identify stakeholders 3. Perform initial VOC and identify CTS 4. Select team and launch the project 5. Create project plan	6. Define the current process 7. Define detailed VOC 8. Define the VOP and current performance 9. Validate Measurement System 10. Define COPQ and Cost/Benefit	11. Develop cause and effect relationships 12. Determin and validate root causes 13. Develop process capability	14. Identify breakthrough & select solutions 15. Perform cost/benefit analysis 16. Design future state 17. Establish performance targets, project scorecard 18. Gain approval to implement and implement 19. Train and execute	20. Measure results & manage change 21. Report scorecard data & create process control plan. 22. Apply P-D-C-A process. 23. Identify replication opportunities 24. Develop future plans

A primeira fase começa com a definição daquilo que se quer melhorar e em que medida. Objetivos variam desde melhorar a lealdade do consumidor, aumentar o *Share* do mercado, melhorar a satisfação dos empregados, aumentar a produtividade, diminuir o número de defeitos, etc.

Posteriormente, na segunda fase, são feitas medições ao sistema para definir possíveis KPI's (Key Performance Indicators) para ajudar a quantificar o problema.

No passo subsequente é feita uma análise ao sistema para se estabelecer uma *baseline* fiável que ajudará a medir a evolução em direção ao objetivo estabelecido. É também neste ponto que se identifica a causa ou as causas que leva à ocorrência dos problemas.

Seguidamente, no quarto passo são identificadas as soluções e é feita a sua implementação.

Por último são verificados e mensurados os resultados obtidos.

### 3.2.1 SIPOC – Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers

É necessário mais trabalho para definir claramente a parte do processo geral a ser melhorada pelo projeto. Uma maneira de o fazer é definir o fluxograma do trabalho ou o mapeamento dos subprocessos até chegar à parte do processo que necessita de melhoria, analisando a melhoria de uma parte do processo como a melhoria de um conjunto de partes simbióticas. Uma série de perguntas são feitas, tais como:

1. Para que parte interessada este processo principalmente é realizado?
2. Qual o valor que ele cria? Qual o output produzido?
3. Quem é o proprietário deste processo?
4. Quem fornece inputs para este processo?
5. Quais são esses inputs?
6. Que recursos são usados pelo processo?
7. Que etapas criam o valor?
8. Existem subprocessos com pontos iniciais e finais naturais?

De seguida a informação recolhida é geralmente apresentada sobre a forma de tabela onde estão explícitos os fornecedores, os inputs, o processo, os outputs e os consumidores (Pyzdek, 2003).

### 3.2.2 VOC – Voice of the Customer

*“The quality of a product or service is measured from the customer’s perspective, by its contribution to their success...” (George, 2002)*

A ferramenta VOC trata de perceber as exigências e expectativas dos clientes assim como aquilo que acham que deve ser melhorado. Esta ferramenta é de elevada importância na medida em que ajuda a fortalecer a relação entre o cliente e a empresa. Os dados usados podem ser provenientes de inquéritos de avaliação da satisfação, reuniões, reclamações, entre outras.

### 3.2.3 CTQ – Critical to Quality

As necessidades do cliente identificadas na ferramenta VOC e o processo definido na ferramenta SIPOC são os requisitos internos e externos, que por sua vez são traduzidos naquilo que é crítico na qualidade. Estas métricas definem os critérios para avaliar o desempenho e a qualidade. É sob estas métricas que as ações de melhorias aqui definidas vão incidir e são estes os dados que vão servir de comparação entre o início e o fim do projeto (Hambleton, 2008).

### 3.2.4 COPQ – Cost of Poor Quality

O COPQ identifica o custo relacionado à má qualidade ou o custo de não fazer as coisas corretamente na primeira vez. O COPQ traduz defeitos, erros e resíduos para o idioma da administração (Furterer, 2009).

Existem quatro categorias de COPQ:

(1) prevenção: os custos de prevenção são todos os custos para evitar erros ou os custos envolvidos em ajudar o colaborador a fazer o trabalho corretamente sempre. Como exemplo:

- Planeamento de melhorias;
- Treino de colaboradores;
- Manutenção preventiva;
- Recolha de dados e análise.

(2) apreciação: os custos de apreciação são os resultados da avaliação do produto já concluído e da auditoria do processo para medir a conformidade com os critérios e procedimentos estabelecidos. Como exemplo:

- Inspeções;
- Auditorias do processo;
- Certificações exteriores.

(3) falhas internas: o custo de falha interna é definido como o custo incorrido pela empresa como resultado de erros detetados antes da saída ser aceita pelo cliente da empresa. Como exemplo:

- Retrabalho, testes repetidos, nova auditoria;
- Defeitos e os seus impactos;
- Perda de tempo não programado;
- Produtos não produzidos;
- Excesso de inventário;
- Desperdício;
- Erros de gestão.

(4) falhas externas: o custo de falha externa é incorrido pelo produtor porque ao cliente externo é fornecido um produto ou serviço inaceitável. Como exemplo:

- Garantia;
- Suporte técnico;
- Reclamações do cliente;
- Perda de negócios;
- Trocas e devoluções.

### 3.2.5 Diagrama de Ishikawa

O diagrama tradicional de Ishikawa é uma ferramenta qualitativa de gestão. Usando esta ferramenta, pode-se mostrar as relações entre causas e o efeito analisado. O mais usado é o diagrama de Ishikawa no modelo “6M + E”. O símbolo “6M” descreve as seguintes causas gerais: Mão-de-obra, máquina, medida, meio ambiente, método e matéria-prima. Este diagrama é apresentado na Figura 20.

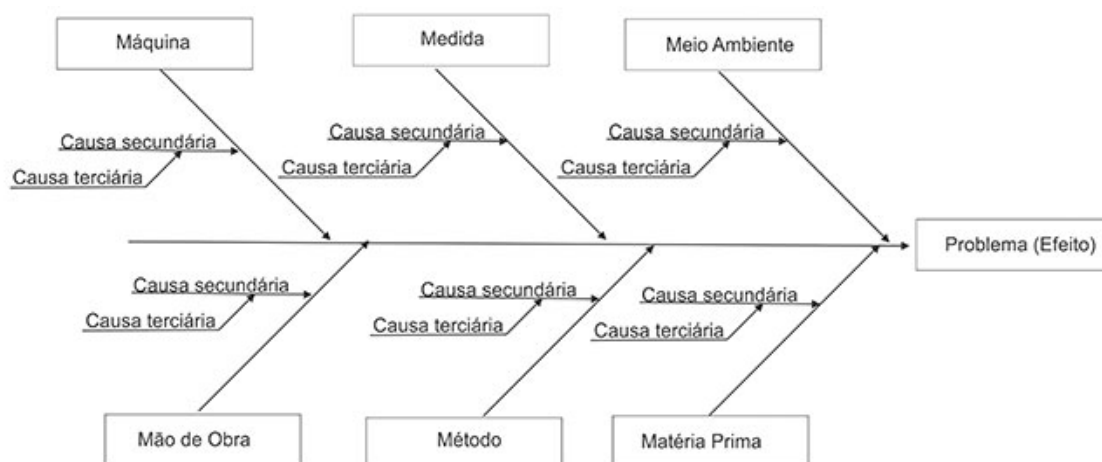


Figura 20 - Diagrama de Ishikawa

O símbolo “E” identifica o efeito, que neste caso é o problema a que se procura resposta.

Esta ferramenta tem como objetivo analisar estes seis grupos de possíveis causas e subcausas para que se chegue à origem do problema e à atividade base que mais provavelmente o irá solucionar (Gwiazda, 2006).

### 3.2.6 Classificação ABC

Wilfried Fritz Pareto, engenheiro italiano do século XIX foi o responsável por um estudo que concluiu que 80% da riqueza da altura era possuída por apenas 20% da população. Esta paridade percentual veio a verificar-se em muitas outras áreas como o comércio e a indústria. Foi Joseph M. Juran que expandiu esse conceito para a esfera organizacional postulando que 80% dos problemas advinham de 20% de causas.

A classificação ABC surge da necessidade de classificar as conclusões retiradas do diagrama de Pareto, na medida em que os resultados são divididos em três principais classes (Assumindo como exemplo que foi feito um estudo ao lucro obtido nas gamas de produtos da empresa Y):

*Classe A:* classe de maior importância correspondendo em termos percentuais a algo entre 15 e 25% da quantidade total de produtos e responsável por uma percentagem superior a 65% dos lucros;

*Classe B:* classe média correspondente a algo entre 25 e 35% da quantidade total de produtos e responsável por uma percentagem entre 10 a 20% dos lucros;

*Classe C:* classe de menor importância correspondente a 50% ou mais de percentagem e representando 5% ou menos dos lucros.

A partir dos resultados obtidos todo o processo de melhoria deveria ser efetuado na amostra de produtos correspondente à classe A, sendo que as melhorias seriam de mais fácil aplicação, visto que o número de produtos é menor e os resultados iriam ser mais relevantes já que a proporção causa-efeito para esta classe é máxima. Pelo contrário os produtos da classe C não representam grande impacto no lucro da empresa daí se deve fazer uma análise mais aprofundada a nível de gestão no sentido de concluir se esses artigos desempenham um papel importante a nível estratégico da empresa e se são a melhor ocupação possível dos recursos despendidos (Gonçalves, 2010).

### 3.2.7 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é uma abordagem de aprendizagem e melhoria de processos. Shewhart acreditava que o conhecimento se baseava em três componentes. Os dados iniciais como evidência, uma previsão, o grau de crença na previsão baseada na evidência e a verificação dos dados iniciais. Shewhart organizou estes componentes da seguinte forma, Figura 21:

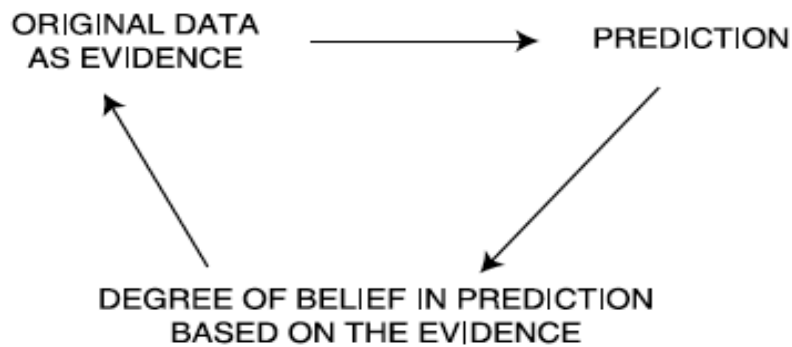


Figura 21 - Os 3 componentes do conhecimento (Pyzdek, 2003)

Este princípio foi aplicado ao controlo da qualidade na produção identificando três passos, sendo eles a especificação ou hipótese baseando-se em dados passados, produção ou experimentação onde a hipótese é testada e inspeção que resulta na verificação ou não da hipótese inicial, ver Figura 22.

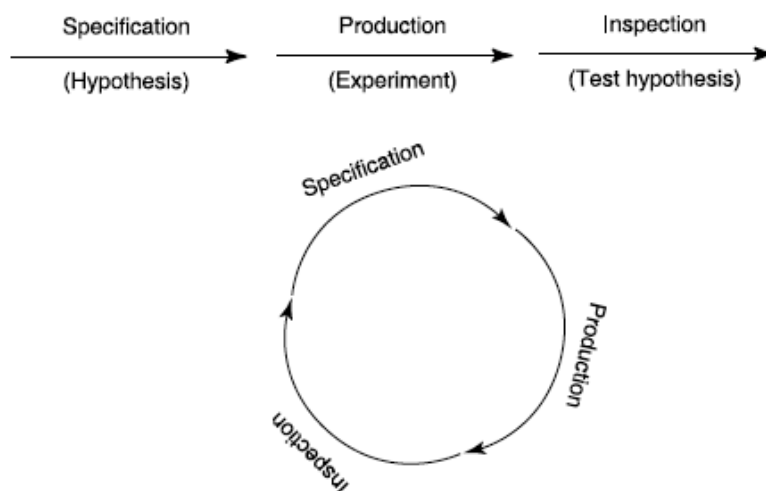


Figura 22 - Processo de adquirir informação (Pyzdek, 2003)

Shewhart e Deming revisaram o modelo anterior para que o mesmo tivesse aplicabilidade na melhoria de produtos e processos.

A primeira fase é o planeamento (*Plan*) que pode ser equiparada à fase de definição da hipótese do ciclo anterior. Nesta fase são definidas as metas e os métodos para as atingir. A segunda fase, executar (*Do*), é equivalente à fase do ciclo anterior de produção em que o plano é executado. A terceira fase, verificar (*Study*), corresponde à

fase de inspeção e é aqui que se recolhe os dados obtidos e se comparam às expectativas. Ao ciclo anterior é acrescentada uma última fase, agir (*Act*). Aqui são pensadas e tomadas ações corretivas para aproximar os resultados esperados aos reais. O ciclo de Deming está apresentado na Figura 23.

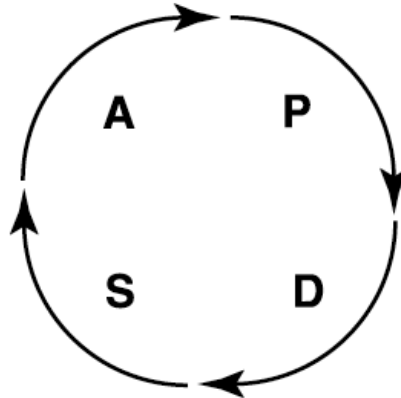


Figura 23 - Ciclo PDSA ou PDCA (Pyzdek, 2003)

### 3.2.8 Spaghetti Diagram

O diagrama de esparguete, Figura 24 é uma ferramenta importante para mapear trajetos percorridos, seja de operadores no fluxo produtivo, seja do abastecimento de componentes, seja do fluxo de informação, entre outros.

Inicialmente deve ser avaliado e percebido o circuito de valor do processo. De seguida delimitado o âmbito que vai ser analisado e só depois devem ser recolhidos os fluxos de material, informação ou pessoas, desenhando-os com linhas de trajeto numa planta da unidade fabril.

O mapeamento deve vir acompanhado de uma escala de distância e de tempo para que seja possível quantificar distâncias percorridas em excesso e tempo desperdiçado.

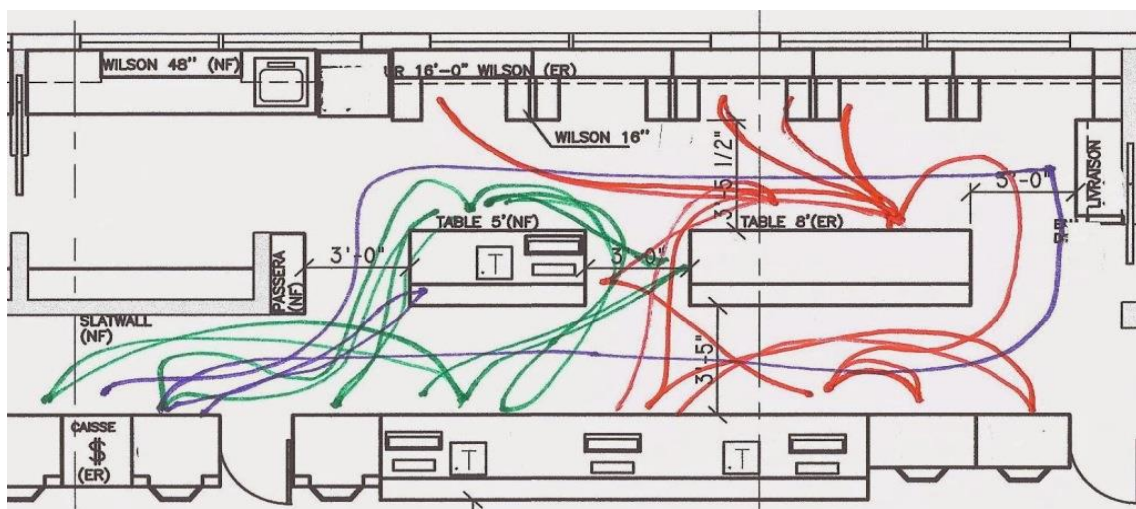


Figura 24 - Exemplo de um Diagrama de Esparguete

### 3.3 MEDIÇÃO DO TRABALHO

#### 3.3.1 Amostragem

A realização de um estudo por Amostragem começa com a escolha da tarefa a ser estudada. De seguida são informados os operários da realização do estudo e é descrita a tarefa. Após a preparação da lista de atividades é efetuada uma amostragem de menor dimensão sobre a tarefa a estudar e então é calculado o número de observações a efetuar (Silva M. , 2007).

- Número de observações exigidas n:

$$n = \frac{Z^2 \cdot q}{p \cdot e^2} \quad (1)$$

n: tamanho da amostra

Z: valor da curva normal determinado para o valor de confiança pretendido

P: proporção estimada de tempo de atividade (c.c. use p=0,5)

q: 1-p

e: precisão pretendida para o estudo

De seguida a tarefa é observada, avaliada e registada, sendo tomada nota do tempo de início e fim da tarefa.

- Cálculo do tempo normal:

$$NT = \frac{(\text{tempo total}) \cdot (\% \text{trabalho}) \cdot (PR)}{\text{número de unidades terminadas}} \quad (2)$$

- Cálculo do tempo padrão:

$$ST = NT \times AF \quad (3)$$

- se as concessões forem uma percentagem do tempo total:

$$AF = \frac{1}{1 - \%A_{\text{total}}} \quad (4)$$

- se as concessões forem uma percentagem do tempo de trabalho:

$$AF = 1 + \%A_{\text{trabalhado}} \quad (5)$$

### 3.3.2 Cronometragem

A cronometragem é uma técnica de medição do trabalho desenvolvida por Frederick Taylor e é o método mais amplamente usado na indústria para a quantificação do tempo de tarefas breves e repetitivas (Silva M. , 2007).

Os passos para o estudo dos tempos por cronometragem são:

1. Obter a informação relevante sobre a operação;
2. Selecionar um, ou vários, trabalhadores que estejam devidamente treinados;
3. Informar os trabalhadores do que se vai fazer;
4. Observar o número suficiente de ciclos para se determinarem quais são os elementos de trabalho necessários;
5. Dividir o trabalho em elementos;
6. Desenvolver um método para cada elemento;
7. Cronometrar e registar o tempo que um trabalhador demora a efetuar uma operação enquanto ele a executa (executar entre 10 a 15 medições);
8. Determinar o número de cronometragens necessárias para se garantir uma determinada precisão através da equação:

$$n = \left( \frac{Zs}{A\bar{x}} \right)^2 \quad (6)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad (7)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum xi^2 - \frac{(\sum xi)^2}{n}}{n-1}} \quad (8)$$

n - Número de cronometragens a efetuar

$\bar{x}$  - Valor médio das observações já realizadas

A - Precisão pretendida para o resultado final

Z - Valor da curva normal determinado para o valor do grau de confiança pretendido

s - Desvio padrão das observações já realizadas

9. Para cada elemento, calcular o tempo médio ou *Cycle time*;

$$CT = \frac{\sum \text{tempo}}{\text{número de ciclos}} \quad (9)$$

- 10. Somar os tempos para os diferentes elementos do trabalho;
- 11. Avaliar o ritmo do operador;
- 12. Ajustar o tempo médio observado em função da rapidez/habilidade, ou ritmo de trabalho detetado (calculando o *normal time*);

$$NT = CT \times PR \tag{10}$$

- 13. Determinar as concessões para as necessidades pessoais, atrasos inevitáveis e fadiga e calcular o *Allowence Factor* (Figura 25);

Table: ILO Recommended Allowances		
A. Constant allowances:		
1 Personal allowance		5
2 Basic fatigue allowance		4
B. Variable allowances:		
1 Standing allowance		2
2 Abnormal position allowance:		
a. Slightly awkward		0
b. Awkward (bending)		2
c. Very awkward (tying, stretching)		7
3 Use of force, or muscular energy (lifting, pulling, or pushing):		
Weight lifted, pounds:		
5		0
10		1
15		2
20		3
25		4
30		5
35		7
40		9
45		11
50		13
60		17
70		22
4 Bad light:		
a. Slightly below recommended		0
b. Well below		2
c. Quite inadequate		5
5 Atmospheric conditions (heat and humidity)- variable		0-100
6 Close attention:		
a. Fairly fine work		0
b. Fine or exacting		2
c. Very fine or very exacting		5
7 Noise level:		
a. Continuous		0
b. Intermittent - loud		2
c. Intermittent - very loud		5
d. High-pitched - loud		5
8 Mental strain:		
a. Fairly complex process		1
b. Complex or wide span of attention		4
c. Very complex		8
9 Monotony:		
a. Low		0
b. Medium		1
c. High		4
10 Tediousness:		
a. Rather tedious		0
b. Tedious		2
c. Very tedious		5

Figura 25 - Fator de Concessões retirado da norma "ILO - Labour Standards"

- 14. Calcular o tempo padrão ou *Standard Time*.

$$ST = NT \times AF \tag{11}$$

### 3.4 ECONOMIA DE MOVIMENTOS

Os princípios da economia de movimentos são um conjunto de regras e sugestões para melhorar as condições de trabalho, diminuir a fadiga por parte dos operadores e eliminar movimentos desnecessários. Estes princípios podem dizer respeito a três grandes grupos:

- Utilização do corpo humano (Leis Fisiológicas) – Dizem respeito ao operador;
- Disposição dos postos de trabalho;
- Conceção das ferramentas e dos materiais.

Para esta dissertação vão ser usadas as diretrizes que dizem respeito aos dois primeiros grupos (Silva, 2007).

Respeitantes ao operador:

- Os movimentos das mãos e do corpo devem fazer intervir a mais baixa categoria de movimentos compatível com a satisfatória execução do trabalho;
- Fazer uso da "quantidade de movimento" para auxiliar o trabalhador sempre que possível, nomeadamente para abastecer e retirar os materiais do posto de trabalho. Se se torna necessário vencê-la por um músculo, há que reduzi-la o mais possível;
- Favorecer o estabelecimento de um ritmo, dispondo o trabalho por forma a que os movimentos se sucedam naturalmente, o mais automaticamente possível;

Respeitantes ao local de trabalho:

- Prever um sitio definido e fixo para todas as ferramentas e materiais - um local para cada ferramentas e materiais - um local para cada coisa e cada coisa no seu local;
- Deverão ser utilizadas caixas e contentores que realizem a condução dos materiais por gravidade e até o mais próximo possível do ponto de utilização e em que a preensão seja fácil e segura;
- As ferramentas e os materiais devem ser pré -posicionados numa posição que facilite o pré -posicionados numa posição que facilite o seu manuseamento e, se possível, corresponda à posição de trabalho;



# 4. PROJETO DE MELHORIA DA TAXA DE UTILIZAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM

## 4.1 FASE DEFINIR

- 4.1.1 Apresentação do Estado Inicial
- 4.1.2 Carta do Projeto nº1

## 4.2 FASE MEDIR

- 4.2.1 Unidades Produzidas
- 4.2.2 Tempos de Ciclo
- 4.2.3 Tempo Produtivo
- 4.2.4 Faturação por Unidade Produzida
- 4.2.5 Custos de Produção Analisados

## 4.3 FASE ANALISAR

## 4.4 FASE MELHORAR

- 4.4.1 PDCA – Fase Planeamento
- 4.4.2 PDCA – Fase Execução
- 4.4.3 PDCA – Fase Controlo
- 4.4.4 PDCA – Fase Atuar

## 4.5 FASE CONTROLAR



## 4 PROJETO DE MELHORIA DA TAXA DE UTILIZAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM

*“If you are cutting out muscle, which you need, then you cannot say that your efforts to become lean are succeeding. The most important thing about doing kaizen is to do kaizen when times are good...” – Taiichi Ohno*

O Seis Sigma é uma abordagem estatística ao processo de melhoria. Envolve o uso de ferramentas e técnicas para analisar e melhorar o processo produtivo. A metodologia usada neste documento é o DMAIC com o objetivo de solucionar os problemas propostos. Esta metodologia recorre a variadas ferramentas e atividades, entre elas o diagrama SIPOC (Suppliers, Input, Process, Outputs e Customers), histograma, 5 porquês, etc., para que o problema seja encontrado, solucionado e não volte a surgir.

### 4.1 FASE DEFINIR

O principal objetivo desta primeira fase é definir o âmbito do trabalho, o estado inicial da empresa, o problema que vai ser resolvido, e os objetivos que são pretendidos alcançar.

O âmbito definido para este trabalho é a secção da montagem, e o problema é o da baixa utilização de certas linhas de montagem, daí que é imperativo, primeiro de tudo, perceber o seu funcionamento para concluir quais são as suas limitações.

#### 4.1.1 Apresentação do Estado Inicial

Existem quatro linhas de montagem, duas delas com características de montagem específicas e delimitadas e outras duas com uma elevada flexibilidade.

Começando pela linha de montagem 1, que é a linha que faz a montagem das tábuas de engomar de gama mais baixa e de dificuldade mais reduzida:

- Gama Easy;
- Gama Entry;
- Gama Metálica;
- Gama Passa Mangas;
- Gama Simple;
- Gama Table Top;
- Gama Versátil.

O layout desta linha de montagem é estático visto que os modelos que produz apesar de não serem assim tão semelhantes e de não necessitarem necessariamente dos mesmos postos de trabalho e da mesma maquinaria o layout está configurado de

forma a produzir vários tipos de produtos sem ser necessário reconfigurar a linha. A seguir na Figura 26 está apresentada a planta com a identificação dos postos de trabalho.

### LINHA MONTAGEM 1

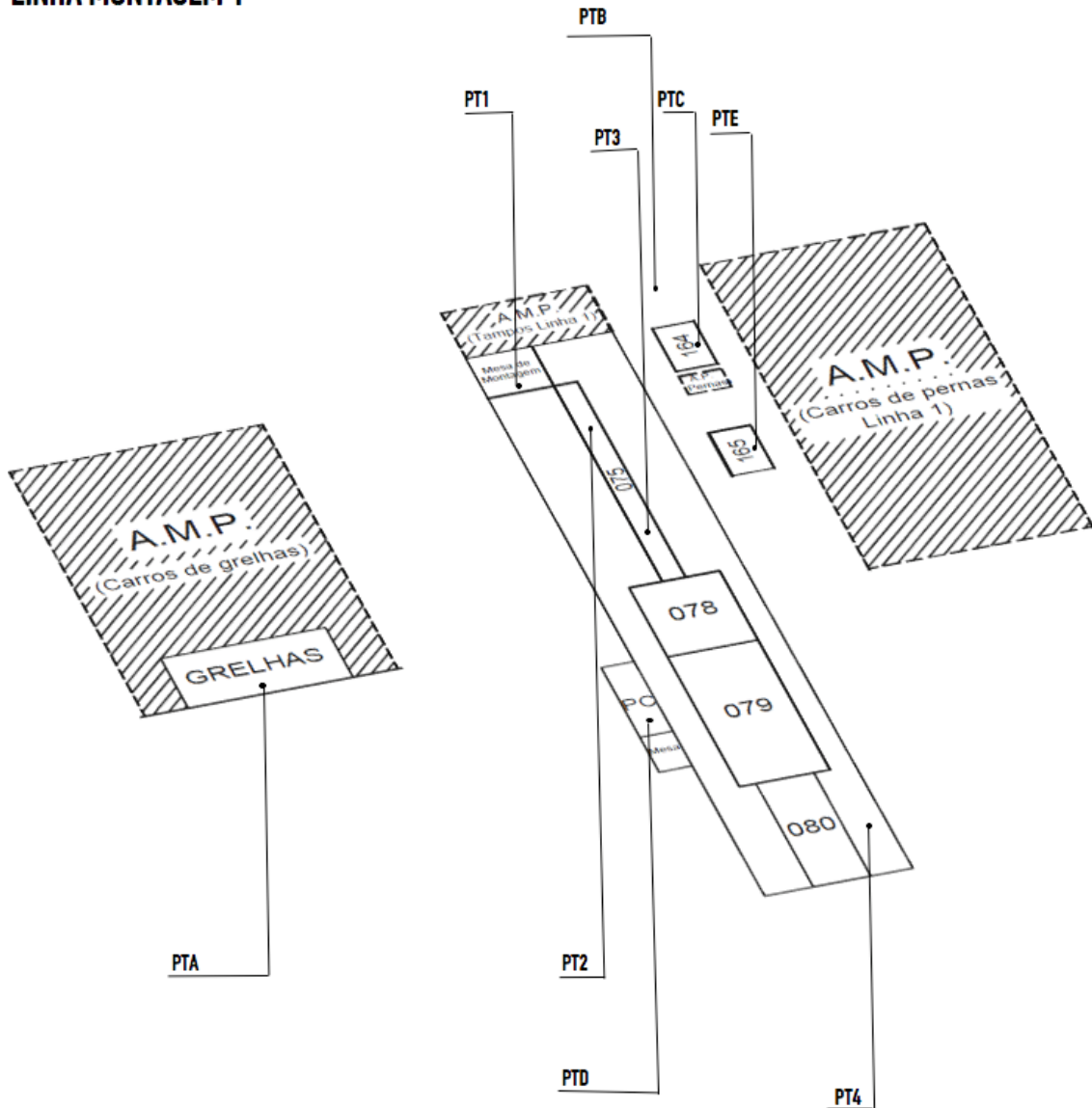


Figura 26 - Layout da Linha de Montagem 1

#### LEGENDA:

- |     |   |     |                                     |
|-----|---|-----|-------------------------------------|
| PTA | Posto Auxiliar - Colocação de Silicones   | PT1 | Posto de Trabalho 1 - Tampo         |
| PTB | Posto Auxiliar - Colocação dos Terminais  | PT2 | Posto de Trabalho 2 - Início Linha  |
| PTC | Posto Auxiliar - Cravagem Pernas          | PT3 | Posto de Trabalho 3 - Entrada Forno |
| PTD | Posto Auxiliar - Impressão Etiquetas      | PT4 | Posto de Trabalho 4 - Saída Forno   |
| PTE | Posto Auxiliar - Cravagem Pernas Metálica |     |                                     |

As atividades nesta linha de montagem começam com (de notar que as atividades identificadas por letras são em postos auxiliares que não ocorrem necessariamente juntamente com a produção da mesma tábua nos postos da linha identificados por números):

- **PTA:** colocação dos silicones na grelha respetiva;
- **PTB:** em paralelo com a atividade do PTA a atividade PTB pode ocorrer. Neste posto são colocados os terminais nas pernas. De salientar que não é necessário retirar as pernas dos carros de transporte;
- **PTC:** aqui as pernas são cravadas na máquina 164 (M164). É colocada uma perna na máquina de cravar, depois o cravo, uma anilha, a outra perna, a outra anilha e finalmente dá-se a cravagem que fixa o conjunto;
- **PTD:** este é o posto do computador onde é feita a impressão das etiquetas de controlo e das etiquetas de palete necessárias. É usada uma impressora Zebra ZM400 e o software Bartender para executar o processo;
- **PT1:** já na zona de montagem da linha 1 (M075), dá-se a colocação do travão com mola e manípulo no tampo. Depois é colocado o tecido e a espuma, este conjunto é amarrado para que fique bem fixo e o excesso de fio é cortado;
- **PT2:** no início da linha propriamente dita é feita a montagem da grelha, das pernas provenientes do PTC, da vareta e das corrediças. Aqui também é feito um controlo e é colocada a etiqueta com o seu número. Como é um posto de montagens mais extensas normalmente necessita de duas pessoas;
- **PT3:** neste posto dá-se a cravagem das pernas ao tampo para que fiquem fixas numa parte e movíveis na parte onde foram colocadas as corrediças. Também é colocado o rótulo e a tábua é passada em filme retrátil e dá entrada no forno;
- **PT4:** a tábua dá saída do forno com o filme selado. Seguidamente é feito o embalamento das tábuas em caixa e palete seguindo as especificações do cliente;

A linha de montagem número 2, Figura 27, tem layout flexível pelo que aqui apenas vai ser apresentado o seu layout padrão enumerando os postos auxiliares de todas as suas configurações. Esta linha é destinada a produzir uma elevada variedade de gamas produtivas desde uma gama média até uma média alta com correspondente dificuldade média e média alta:

- Gama Act;
- Gama Confortboard;
- Gama Elegance;
- Gama Ergon;
- Gama Fast;
- Gama Fresh;
- Gama Homie;

- Gama Maxi;
- Gama Perfect;
- Gama Plusboard;
- Gama Premium;
- Gama Primera;
- Gama Styl;
- Gama Suprema;
- Gama Teflonix.

## LINHA MONTAGEM 2

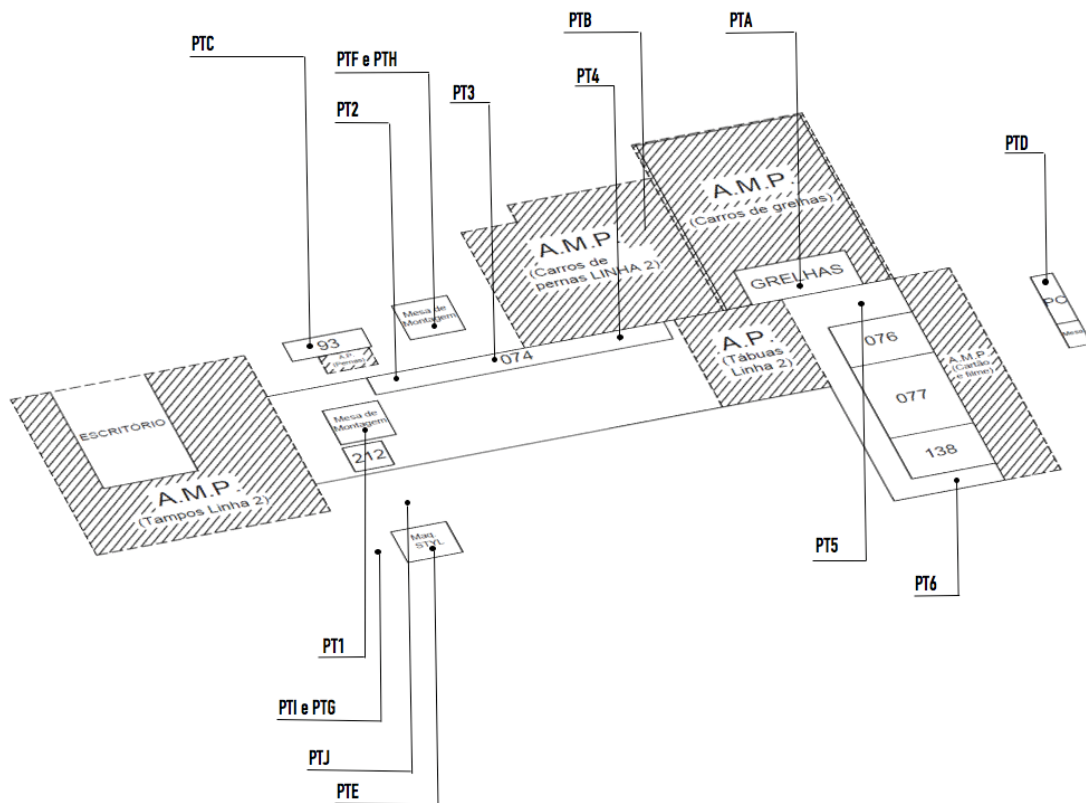


Figura 27 - layout da Linha de Montagem 2

### LEGENDA:

PTA	Posto Auxiliar - Colocação de Silicones	PTI	Posto Auxiliar - Perna Grande Styl
PTB	Posto Auxiliar - Colocação dos Terminais	PTJ	Posto Auxiliar - Perna Pequena Styl
PTC	Posto Auxiliar - Cravagem Pernas	PT1	Posto de Trabalho 1 - Tempo
PTD	Posto Auxiliar - Impressão Etiquetas	PT2	Posto de Trabalho 2 - Inicio Linha
PTE	Posto Auxiliar - Pernas Styl	PT3	Posto de Trabalho 3 - Meio Linha
PTF	Posto Auxiliar - Mesa pés hommie plus	PT4	Posto de Trabalho 4 - Fim Linha
PTG	Posto Auxiliar - Mesa plásticos Act	PT5	Posto de Trabalho 5 - Entrada Forno
PTH	Posto Auxiliar - Mesa Fast e Premium	PT6	Posto de Trabalho 6 - Saída Forno

As atividades nesta linha são:

- **PTA:** colocação dos silicones na grelha respetiva;
- **PTB:** em paralelo com a atividade do PTA a atividade PTB pode ocorrer. Neste posto são colocados os terminais nas pernas. De salientar que não é necessário retirar as pernas dos carros de transporte;
- **PTC:** aqui as pernas são cravadas na máquina 093 (M093). É colocada uma perna na máquina de cravar, depois o cravo, uma anilha, a outra perna, a outra anilha e finalmente dá-se a cravagem que fixa o conjunto;
- **PTD:** este é o posto do computador onde é feita a impressão das etiquetas de controlo e das etiquetas de palete necessárias. É usada uma impressora Zebra ZM400 e o software Bartender para executar o processo;
- **PTE:** este posto apenas é necessário para a montagem de tábuas da gama Styl para montagem e fixação dos plásticos nas pernas. De notar que os moldes onde assentam as pernas apenas são compatíveis com esta gama;
- **PTF:** aqui é feita a colocação dos plásticos Plus nas pernas Homie. Este posto não específico para esta operação pelo que também é utilizado para outra operação auxiliar;
- **PTG:** normalmente este posto fica situado ao lado do PTE e é onde se coloca os plásticos nas pernas para a tábua Act;
- **PTH:** este posto coincide em local com o PTF, mas neste caso é onde se dá a montagem das pernas para a gama Fast e Premium. Esta montagem é feita através de um conjunto de dobradiças de nome reflex e um arame roscado. De notar que para este posto é necessária uma máquina de aparafusar.
- **PTI:** este posto coincide em local com o PTG, mas neste caso é feita a colocação dos arames na perna grande da gama Styl para a fixação da perna no tampo;
- **PTJ:** neste último posto dos auxiliares, é feito o trabalho complementar ao do posto PTI. É colocado o arame e as varetas na perna pequena da gama Styl;
- **PT1:** agora, já na linha de montagem, é feita a colocação do travão com mola e manípulo no tampo. Depois é colocado o tecido e a espuma, este conjunto é amarrado para que fique bem fixo e o excesso de fio é cortado;
- **PT2: variável:**
  - colocação das pernas, corrediças, grelha e varetas no tampo. Primeiro é colocada a grelha e depois as pernas com duas corrediças, sendo depois encaixada(s) a(s) vareta(s) no arame da perna e no travão para todas as gamas exceto a Styl, Confortboard, Plusboard, Teflonix;
  - colocação das pernas e cravagem ao tampo. Colocação da vareta, e corrediças para o caso da Confortboard, Plusboard e Teflonix;
  - colocação das pernas e cravagem ao tampo. Colocação da vareta, e corrediças e grelha para o caso da Styl.

- **PT3: variável:**
  - fixação da grelha por rebitagem para todas as gamas exceto a Act, Confortboard e Plusboard;
  - colocação da rótula da perna grande mais arame e arame central juntamente com duas anilhas para a gama Act;
  - fixação das calhas com batente no tampo. Este processo requer duas rebitadoras e 2 operadores;
- **PT4: variável:**
  - fixação da perna grande ao tampo por cravagem. Controlo e colocação da etiqueta nº de controlo no verso da grelha. Este processo é valido para todas as gamas exceto a Confortboard, Plusboard, Teflonix e a Styl;
  - Colocação da grelha e fixação por aparafusamento para a gama Confortboard, Plusboard e Teflonix;
  - Colocação da grelha e das varas no terminal da perna grande Styl.
- **PT5:** teste de estabilidade com abertura da tábua, colocação do rótulo do cliente e proteção de cartão entre a grelha e as pernas se assim for especificado. Passar a tábuas por filme retrátil e pelo forno;
- **PT6:** a tábua dá saída do forno com o filme selado. Seguidamente é feito o embalamento das tábuas em caixa e palete seguindo as especificações do cliente;

A linha de montagem da Rowenta foi concebida devido a uma parceria com a marca, logo é uma linha específica para tábuas dessa gama. As tábuas para a marca Rowenta e Tefal são de gama alta e de dificuldade média-alta de montagem. São produzidos dois modelos:

- Gama Regular:
  - IB5100D1;
  - IB5100E0;
- Gama P3D:
  - IB9100U1;
  - IB9100D1;
  - IB9100E1.

A tábuas da gama regular apresentam cerca de 30 componentes diferentes e a gama P3D cerca de 40 daí que são necessárias praticamente duas equipas de montagem para estes modelos.

De salientar que devido ao número elevado de operários necessário para o funcionamento desta linha de montagem, as restantes ficam debilitadas em termos de produção, daí que o material produzido pelas secções a montante fique acumulando à saída da secção da pintura causando constrangimentos em termos de espaço e movimentações.

O esquema de layout produtivo para esta linha está apresentado a seguir na Figura 28:

### LINHA MONTAGEM ROWENTA

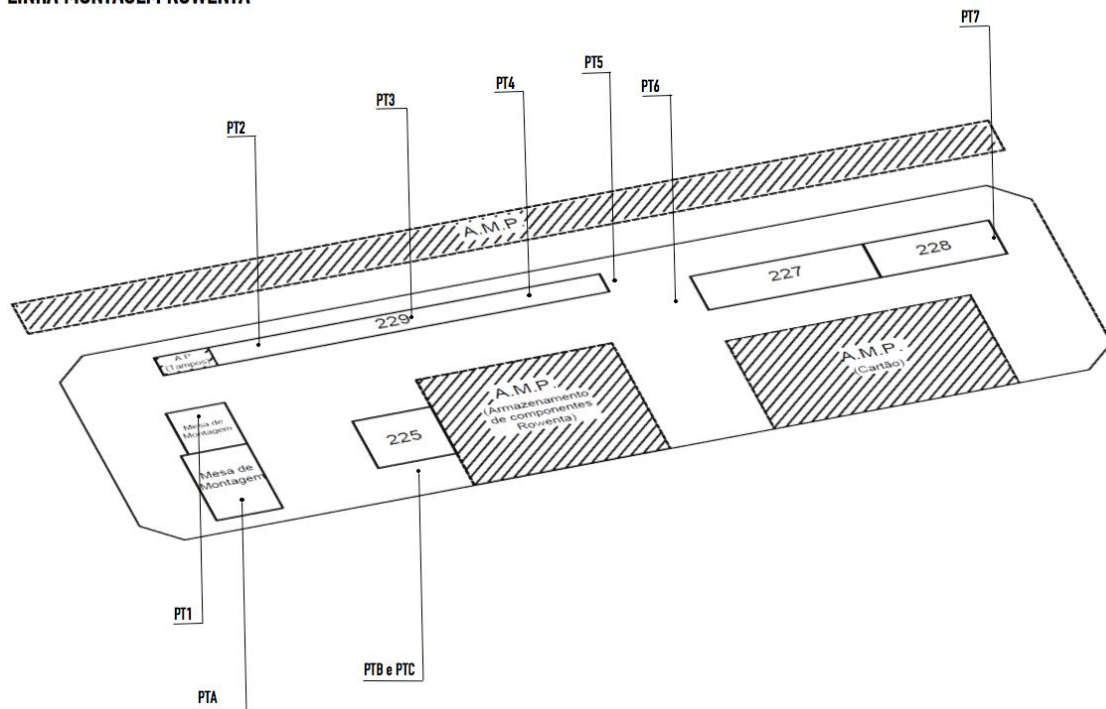


Figura 28 - Layout da Linha de Montagem Rowenta

### LEGENDA:

PTA	Posto Auxiliar - Colocação de Silicones	PT3	Posto de Trabalho 3 - Montagem Tampo e Pernas
PTB	Posto Auxiliar - Montagem dos Pés	PT4	Posto de Trabalho 4 - Pousa Roupa
PTC	Posto Auxiliar - Montagem das Pernas	PT5	Posto de Trabalho 5 - Colocação Tecido
PT1	Posto de Trabalho 1 - Tampo e Grelha	PT6	Posto de Trabalho 6 - Entrada Forno
PT2	Posto de Trabalho 2 - Sistema Travão	PT7	Posto de Trabalho 7 - Saída Forno

As atividades nesta linha são:

- **PTA:** colocação dos silicones na grelha respetiva;
- **PTB:** aqui faz-se a montagem dos pés Rowenta na parte esquerda da M225;

- **PTC:** aqui faz-se a montagem dos plásticos na perna Rowenta na parte direita da M225. Dividiu-se a máquina em dois postos de trabalho porque necessita de 1 operário para cada processo e os componentes que usam em cada PT são diferentes também;
- **PT1:** neste primeiro posto da linha propriamente dita faz-se a montagem do sistema de travão no tampo e colocação da grelha;
- **PT2:** de seguida monta-se as pernas e os pés provenientes da montagem PTB e PTC no tampo, daí que os postos auxiliares têm de começar primeiro para que haja componentes para dar trabalho à linha;
- **PT3:** aqui faz-se a montagem do pousa-roupa com a inserção do arame e do topo do pousa-roupa;
- **PT4:** cravagem das pernas para que as mesmas fiquem fixas;
- **PT5:** já fora da linha M229, coloca-se o tecido que, ao contrário das restantes linhas já vem com a espuma e moletão;
- **PT6:** teste de estabilidade com abertura da tábua, colocação do rótulo do cliente e proteção de cartão entre a grelha e as pernas. Passar a tábuas por filme retrátil e pelo forno;
- **PT7:** a tábua dá saída do forno com o filme selado. Seguidamente é feito o embalamento das tábuas em caixa e palete seguindo as especificações do cliente;

A última linha que falta referenciar é a Frismag. Normalmente a produção nesta subsecção é contínua salvo se existirem encomendas em atraso de tábuas de outra linha produtiva. Nestes casos a equipa da linha Frismag pode transitar para outros postos de trabalho para ajudar a aumentar a produtividade. No entanto a situação inversa não é possível porque os restantes operários não têm as qualificações necessárias, daí que os recursos desta linha têm de ser geridos de forma responsável.

Esta linha, Figura 29, fabrica as tábuas de gama profissional daí que requer operários especializados na sua produção para que as especificações do cliente, Eugster Frismag, sejam respeitadas. Os modelos de tábua aqui produzidos são:

- Gama S4;
- Gama S7;
- Gama GO;
- Gama GO+.

## LINHA MONTAGEM FRISMAG

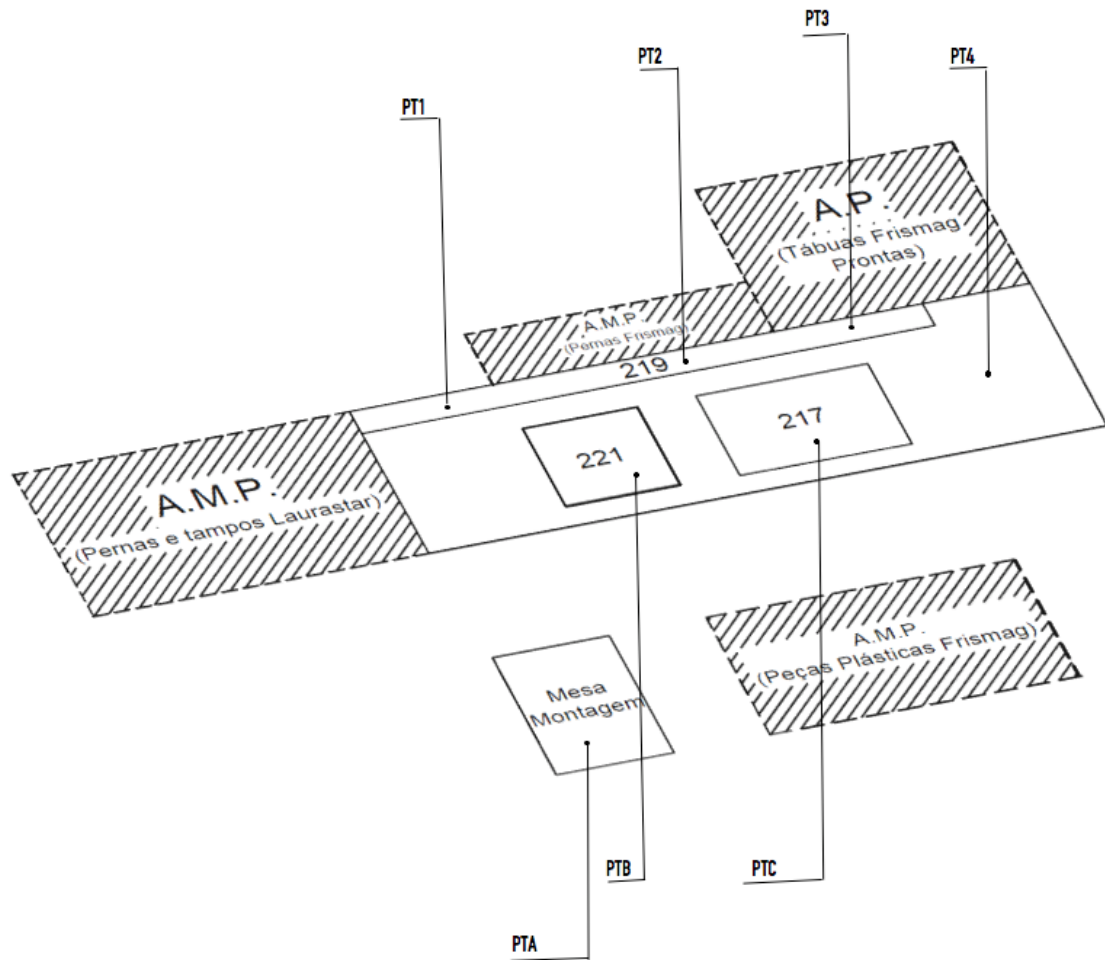


Figura 29 - Layout da Linha de Montagem Frismag

### LEGENDA:

PTA	Posto Auxiliar - Montagem Perna Pequena	PT2	Posto de Trabalho 2 - Travão e Pernas
PTB	Posto Auxiliar - Montagem Molas e Amortecedor	PT3	Posto de Trabalho 3 - Rebitar Conjunto
PTC	Posto Auxiliar - Montagem Perna Grande	PT4	Posto de Trabalho 4 - Controló e Embalamento
PT1	Posto de Trabalho 1 - Tampo e Travão		

As atividades nesta linha são:

- **PTA:** preparação dos componentes para a montagem das pernas. Este posto auxiliar fica fora da zona de montagem e tem o papel de preparar os componentes como molas, cavilhas, amortecedores e rodas para as pernas;

- **PTB:** montagem das pernas na M221. Este posto normalmente tem um work in progress de avanço de pelo menos 100 pares de pernas;
- **PTC:** cravagem das pernas com colocação de arame;
- **PT1:** inspeção do tampo e montagem do sistema de travão;
- **PT2:** rebitagem do travão e colocação das pernas já montadas provenientes do PTC;
- **PT3:** rebitagem de fixação das pernas ao tampo;
- **PT4:** este posto funciona apenas na parte final do dia, após a produção de todas as tábuas desta linha estar concluída porque necessita de grande parte da equipa. Primeiro é feito um controlo de estabilidade à tábua, depois o tampo, como é plástico e brilhante, tem de ser limpo, depois são coladas as etiquetas de controlo, a tábua é colocada numa caixa única de cartão e armazenada em paletes.

#### 4.1.2 Carta do Projeto nº1

Com um estado inicial bem definido é necessário agora iniciar o processo de melhoria com a construção de uma carta do projeto onde conste a descrição do problema ou dos problemas assim como os objetivos que se pretende alcançar.

Este projeto nasceu da necessidade de melhorar o sistema produtivo da empresa FUTE SA com foco nas linhas de montagem. Sabe-se de antemão que estavam a ser geradas poucas encomendas da marca Rowenta. Este é um dos problemas principais que leva a uma baixa taxa de utilização da linha, sendo que esta está efetivamente orientada para a montagem de uma gama de tábuas de engomar limitada e não é flexível o suficiente para se adaptar a outras.

Este problema vai de encontro ao objetivo definido de melhorar o aproveitamento do espaço produtivo e vai ser adaptada a metodologia DMAIC para a sua resolução. A carta do projeto de melhoria com a sistematização do mesmo está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Carta do Projeto para o Evento Kaizen nº1

<b>CARTA DO PROJETO</b>	
<b>Nome do Projeto:</b>	Melhorar aproveitamento do espaço produtivo na secção da montagem
<b>Descrição do Problema:</b>	O problema passa pela baixa taxa de utilização de uma das linhas de montagem. Esta linha de montagem está preparada para montagem de tábuas de engomar para um cliente específico não sendo apropriada nem eficiente para a montagem de produtos para clientes de outro tipo de gama, seja inferior ou superior.

<b>Âmbito do Projeto:</b>	Pretende-se a resolução dos problemas descritos considerando apenas a secção da montagem.
<b>Objetivos pré-definidos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar taxa de ocupação das linhas de montagem;</li> <li>- Melhorar Organização, arrumação e limpeza fabril;</li> <li>- Simplificar o fluxo de montagem de produto;</li> <li>- Melhorar comunicação visual entre diferentes linhas;</li> <li>- Alterar sistema de abastecimento às linhas de montagem;</li> <li>- Arrumar fora das linhas de montagem, materiais e componentes que não estejam a ser necessários.</li> </ul>
<b>Proposta de datas de conclusão de cada fase:</b>	Define - 01/01/2017; Measure - 25/01/2017; Analyze - 01/03/2017; Improve - 24/06/2017; Control - 01/09/2017.

## 4.2 FASE MEDIR

A segunda fase do processo DMAIC passa pela discussão e decisão dos indicadores de desempenho que vão ser selecionados de acordo com o âmbito do trabalho desenvolvido e de acordo com os problemas identificados na fase anterior do processo.

Um dos principais objetivos mencionados na carta de projeto seria aumentar a taxa de utilização das linhas de montagem e para tal é necessário calcular as taxas de ocupação atuais.

Este cálculo vai centrar-se no ano de 2016, sendo feita uma análise mensal da ocupação e do desperdício de cada linha de montagem, assim como o consumo energético mensal. O objetivo de comparar estes três indicadores é identificar um padrão de desperdício que foi apontado como uma possibilidade por parte da direção da empresa (note-se que no que toca ao desperdício apenas se contam com dados que a empresa controlou nesse ano).

### 4.2.1 Unidades Produzidas

Analisando em primeiro lugar o número de tábuas de engomar produzidas e tendo em conta que as tábuas da linha 1 são consideradas tábuas simples, as da linha 2 de complexidade média, as da linha Rowenta complexidade média alta e por fim as tábuas da Eugster Frismag são de complexidade elevada.

De seguida na Tabela 5 está o número total de tábuas de engomar produzidas por linha de montagem e no Anexo B está o estudo completo deste indicador com as quantidades produzidas divididas por mês.

Tabela 5 - Quantidade total de Tábuas de Engomar Produzidas por Linha em 2016

<b>Linha de Montagem</b>	<b>Quantidade total produzida</b>
Linha 1	114 924 unidades
Linha 2	221 556 unidades
Linha Frismag	57 870 unidades
Linha Rowenta	21 182 unidades

Em termos de número total de unidades produzidas por unidade de tempo é perceptível que esse valor segue uma tendência geralmente crescente ao longo do ano (Anexo B) aumentando o número de unidades produzidas em 1000 em média todos os meses.

Analisando as unidades produzidas por linha de montagem, a linha da Rowenta é destacada como a de menor produção em número e a linha 2 com a de maior produção, no entanto para perceber melhor a influência do número de unidades produzidos na taxa de ocupação das linhas de montagem é necessário avaliar o tempo que demora a ser debitada uma tábua em cada linha, ou seja, o tempo de ciclo. Os registos do tempo de ciclo foram obtidos através de dados recolhidos por colegas de mestrado.

#### 4.2.2 Tempos de Ciclo

Os tempos de ciclo estão registados por gama de tábua de engomar, no entanto precisamos que os mesmos estejam divididos por linha de montagem. Para tal foi feita a média dos tempos segundo a linha em que cada gama é produzida sabendo de antemão que linhas produzem que gamas, facto esse que foi descrito em detalhe na definição do estado inicial.

Os tempos de ciclo médios calculados estão registados na Tabela 6 divididos por linha produtiva.

Tabela 6 - Tempo médio de ciclo por Linha de Montagem

<b>Linhas de Montagem</b>	<b>Tempo médio de ciclo</b>
Linha 1	20,33 s
Linha 2	28,26 s
Linha Rowenta	59,02 s
Linha Frismag	120,07 s

As duas tábuas de maior tempo de ciclo coincidem com as tábuas com um menor número de unidades produzidas mensalmente, o que era expectável, no entanto é curioso que as tábuas da linha Frismag que têm mais que o dobro do tempo de ciclo que as da linha Rowenta tenham três vezes mais unidades produzidas. A conclusão que se tira desta avaliação é que, sem margem para dúvida, a linha Rowenta tem uma taxa de ocupação bastante inferior que a linha Frismag.

### 4.2.3 Tempo Produtivo

Multiplicando agora estes tempos de ciclo pelas quantidades produzidas mensalmente chega-se a um tempo de utilização mensal das linhas, somando todos os meses obtém-se o tempo de utilização anual por linha apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Tempo de Ocupação anual das Linhas de Montagem

Linhas de Montagem	Tempo Ocupação (hh:mm:ss)
Linha 1	571:45:31
Linha 2	1664:59:06
Linha Rowenta	351:58:42
Linha Frismag	1745:10:00

As percentagens de ocupação podem ser calculadas sabendo que os dados foram registados num período de 280 dias de trabalho com apenas 1 turno de 8 horas por dia, logo anualmente o tempo total de trabalho foi de 2240 horas. Como existe mais que uma equipa produtiva é assim possível que duas linhas estejam a produzir em simultâneo pelo que a soma dos tempos que as linhas estão ocupadas deve ser superior ao tempo total de trabalho. Considerando o facto anterior é possível calcular a percentagem de ocupação individual de cada linha de montagem.

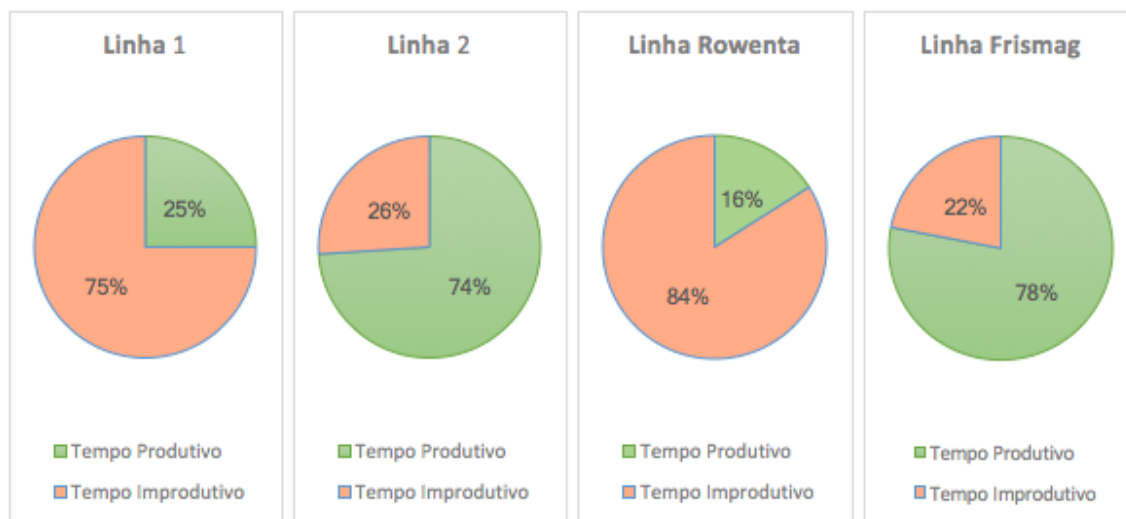


Figura 30 – Gráfico circular do tempo produtivo anual de cada Linha de Montagem

Conclui-se então que as linhas com menor tempo produtivo são as linhas 1 e Rowenta, no entanto a ocupação é apenas um fator de vários.

#### 4.2.4 Faturação por Unidade Produzida

Para uma análise mais completa é necessário também calcular o valor produzido pelas linhas de montagem. Os dados de faturação foram retirados do software PHC e foram divididos por linha seguindo a mesma distribuição de gamas descrita anteriormente. Os valores estão apresentados a seguir na Tabela 8.

Tabela 8 - Faturação por unidade produzida por Linha de Montagem

<b>Linhas de Montagem</b>	<b>Faturação Anual</b>	<b>Faturação p/unidade</b>
Linha 1	1 028 986,40 €	<b>19,17 €</b>
Linha 2	3 661 131,88 €	<b>22,73 €</b>
Linha Rowenta	509 869,13 €	<b>15,43 €</b>
Linha Frismag	1 136 303,78 €	<b>21,85 €</b>

A linha produtiva que mais contribui para a faturação da empresa é, com grande margem, a linha de montagem 2 e a que menos contribui é a linha Rowenta. A faturação está concordante com a quantidade produzida, sendo concordante o resultado das linhas que produzem mais e menos número com as linhas que têm valores mais elevados e mais baixos de faturação.

#### 4.2.5 Custos de Produção Analisados

Na análise até este ponto foi calculado a quantidade de tábuas montadas, a taxa de ocupação/tempo produtivo das linhas e a faturação de cada linha de montagem, faltando agora calcular os custos da produção.

Como visto anteriormente os custos que vão ser considerados para a análise são os consumos energéticos e os desperdícios de filme dos postos do forno transversais a todas as linhas exceto a da Frismag onde as tábuas são embaladas em cartão.

Os resultados estão apresentados na Tabela 9 sendo cada um expresso segundo o custo por unidade de tábua.

Tabela 9 - Valor despendido em Euros por cada tábua de engomar produzida

<b>Linhas de Montagem</b>	<b>Plástico desperdiçado p/ tábua</b>	<b>Energia despendida p/ tábua</b>	<b>Valor gasto p/tábua produzida</b>
Linha 1	0,23 g/tábua	0,98 kWh/tábua	<b>0,16 €</b>
Linha 2	0,34 g/tábua	1,14 kWh/tábua	<b>0,19 €</b>
Rowenta	4,76 g/tábua	9,30 kWh/tábua	<b>1,54 €</b>
Frismag	0,00 g/tábua	3,54 kWh/tábua	<b>0,58 €</b>

Os valores de plástico desperdiçado e dos consumos energéticos provieram de registos diários efetuados na empresa. As conclusões obtidas foram mais uma vez concordantes com o que foi obtido nas análises anteriores pelo que a linha Rowenta tal como está tem o custo mais elevado de produção segundo os dois parâmetros analisados. O posto de trabalho do forno desperdiça aproximadamente 10 vezes mais plástico que os restantes e gasta 3 vezes mais energia por tábua produzida.

### 4.3 FASE ANALISAR

A terceira fase deste processo passa por identificar a causa do problema apresentado na fase um, ou seja, melhorar o processo produtivo na secção da montagem, para tal vai ser utilizada a ferramenta diagrama causa efeito.

Esta fase é das mais importantes porque apenas com uma boa identificação das causas do problema se consegue identificar possíveis soluções, caso contrário pode-se estar a desperdiçar recursos para resolver algo que não melhore o estado atual da empresa.

O diagrama de Ishikawa, ou diagrama causa-efeito, tem como principal objetivo fazer um levantamento das causas raiz para o problema em análise seguindo os seis principais fatores que afetam os sistemas produtivos. A mão-de obra, o método, a medida, a máquina, o ambiente e os materiais. A seguir na Figura 31, está o diagrama causa-efeito concebido com a ajuda das partes interessadas no sistema produtivo.

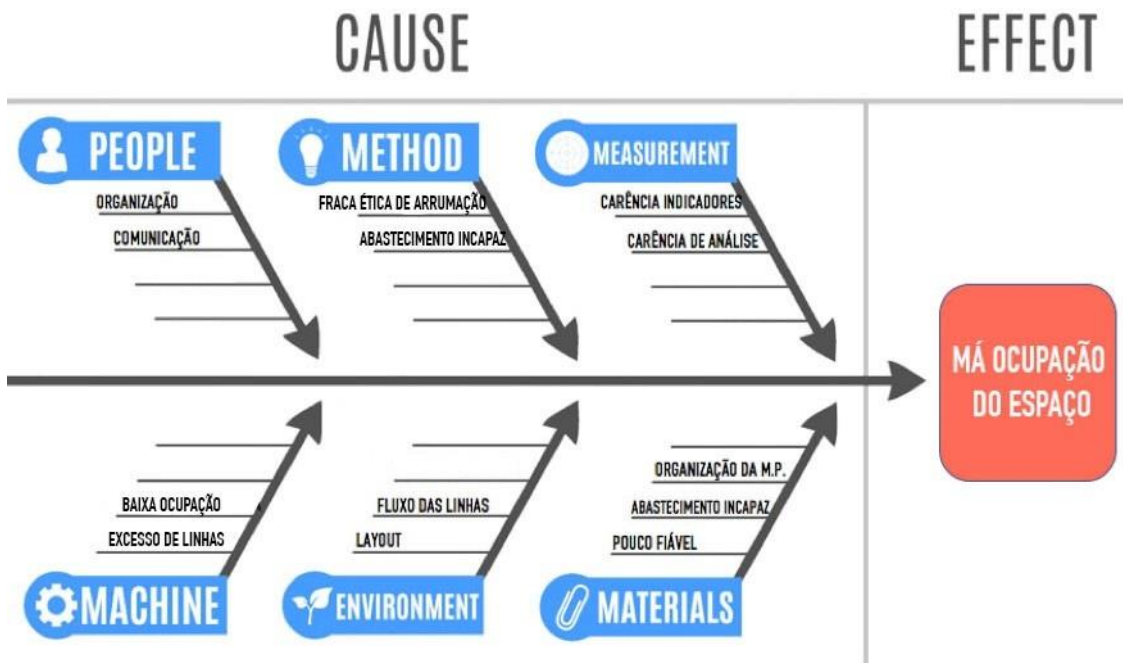


Figura 31 - Diagrama Causa-Efeito para a "Má Ocupação do Espaço"

Analisando a vertente das pessoas e do método conclui-se que existe falta de comunicação entre os operadores e o abastecedor de linha não existindo sempre um abastecimento capaz, o que leva a que os operadores necessitem de ir buscar as

matérias-primas eles mesmos o que por sua vez leva a uma falta de uniformidade do local onde estas últimas são colocadas tornando o chão de fábrica confuso e mal organizado.

A medida do trabalho é um setor que está pouco desenvolvido na empresa sendo que não existe um sistema de contagem de produto acabado, não existe inspeção do produto final, não é feito um controlo dos tempos de ciclo para que possa ser feita uma programação da produção e os indicadores que são registados e analisados como os consumos energéticos, a quantidade de sucatas, as devoluções e reclamações não são efetivados com ações corretivas e de melhoria.

O equipamento é excessivo na medida em que se nota uma taxa de ocupação baixa como foi comprovado anteriormente nas medições. Com este mau aproveitamento das linhas de montagem é de esperar que não se esteja a utilizar o espaço do chão de fábrica na sua máxima potencialidade.

O fator ambiental, focalizando no ambiente de trabalho, não é o melhor como visto anteriormente. O layout das linhas de montagem peca pela falta de simplicidade sendo que não existe uma orientação constante do fluxo produtivo ao longo das 4 linhas. Existe também um baixo fator de utilização-despesas-benefício por parte de algumas linhas produtivas.

A matéria prima é pouco fiável na medida em que os componentes fabricados internamente nem sempre estão alinhados com os que são necessários para a montagem, estão mal-organizados e dispostos ao longo de várias secções. O abastecimento direto às linhas é dificultado pelo fato anterior, no entanto como não é focado e sistematizado torna-se incapaz de responder às necessidades criando uma falta de organização das matérias-primas.

Analisando os seis fatores considerados no diagrama de Ishikawa conclui-se que as causas determinantes para a ocorrência dos problemas observados são as “máquinas, método e meio-ambiente”. O layout das linhas de montagem não é o mais apropriado com a agravante de que nem todas as linhas de montagem têm uma taxa de ocupação elevada daí que é necessário repensar a utilidade de certas linhas, nomeadamente a linha da Rowenta. Isto juntamente com uma fraca ética de arrumação leva a haja, sem margem para dúvida, uma má ocupação do espaço produtivo.

#### 4.4 FASE MELHORAR

A quarta fase da metodologia DMAIC assenta na geração de soluções para causas dos problemas analisados nas fases anteriores. Antes de as implementar é importante avaliar as possíveis melhorias, otimizando-as.

A linha produtiva Rowenta apenas é utilizada 16% do tempo, o que comparativamente às restantes linhas de montagem é bastante inferior. O forno dessa mesma linha tem consumos energéticos bastante elevados comparativamente a equipamentos semelhantes. O consumo de plástico e o seu conseqüente desperdício é o mais elevado também nessa linha.

Mediante estes factos, não é justificável, com base também na faturação, que as tábuas de engomar da gama Rowenta necessitem de uma linha de montagem independente. O estado atual tem um baixo rendimento para uma elevada área da unidade fabril.

Para além dos fatores anteriores medidos, analisados e confirmados nas fases medir e analisar da metodologia, existem outros que foram possíveis de identificar com o auxílio do capítulo teórico, entre eles:

- Fraca organização, arrumação e limpeza fabril (teoria 5S);
- Fluxo de montagem de produto confuso e labiríntico (teoria spaghetti diagram);
- Comunicação visual custosa entre diferentes linhas (teoria Gestão Visual);
- Baixa flexibilidade de expansão e de resposta a volumes de produção elevados (teoria configuração de layouts);
- Materiais e componentes que não estejam a ser necessários são arrumados dentro da área de montagem (teoria 5S).

Tomando todas as oportunidades de melhoria em consideração a conclusão a que se chegou foi que a secção de montagem necessitava de uma mudança de layout com a eliminação da linha de montagem e do forno da linha Rowenta, sendo esta assimilada pela linha de montagem nº2, tornando a montagem das duas gamas Rowenta como apenas mais uma configuração da linha flexível, com a atenuante de utilizar um forno que comprovadamente é mais eficiente no trabalho de embalagem.

##### 4.4.1 PDCA – Fase Planeamento

Para auxiliar este processo foi feita utilizada a ferramenta PDCA. A primeira fase, a de planeamento, começou com a caracterização do estado inicial, ou seja, com o

levantamento da planta da secção com medições de todos os equipamentos e zonas, tentando ao máximo representar tudo à escala.

Seguidamente foi feito um estudo dos fluxos da linha, tentando não alterar a orientação face à linha em que os colaboradores já tinham formado hábito a trabalhar, mas sim alterar o fluxo de comunicação entre a secção da montagem e as restantes secções, tendo sempre em vista o objetivo de melhorar a organização, abastecimento e comunicação. Acompanhado este estudo foi feito um levantamento das tomadas elétricas e de ar comprimido da secção para planear a mudança de layout tendo em conta os locais onde as mesmas existiam para que o processo fosse facilitado. Em paralelo com estas duas atividades foram feitos questionários informais aos colaboradores para perceber que ideias têm para melhorar o layout e o que lhes facilitaria o dia-a-dia na empresa.

Com toda esta nova informação foi feita a discussão e decisão do novo layout e ao longo do próximo mês foram criadas e alteradas várias maquetes digitais aprimorando cada vez mais o resultado final.

Com o design final decidido foi desenvolvido um plano de ações para o colocar em prática.

O planeamento desta melhoria está registado na tabela 10 contando com os responsáveis envolvidos, data de início e fim da atividade, dias ocupados pela atividade e estado.

Tabela 10 – Ciclo PDCA, Fase Planeamento, Evento Kaizen nº1 (ANEXO C)

	Fase	Tarefa	Responsável	Início	Término	Dias	Estado
<b>PLAN</b>	<b>Iniciação</b>	Reunião Inicial - Demarcação de Objetivos	Direção	02/03/17	02/03/17	1	Completo
	<b>Pré-requisitos</b>	Medições das Linhas	Francisco M.	06/03/17	08/03/17	3	Completo
		Elaboração da Planta Atual	Francisco M.	06/03/17	10/03/17	5	Completo
	<b>Desenvolvimento 1</b>	Estudo dos Fluxos das Linhas	Francisco M.	13/03/17	14/03/17	2	Completo
		Levantamento tomadas elétricas e de ar	Francisco M.	14/03/17	15/03/17	2	Completo
		Inquéritos aos operários sobre a melhoria	Francisco M.	14/03/17	15/03/17	2	Completo
		Reunião de decisão do Layout	Direção	17/03/17	17/03/17	1	Completo
	<b>Desenvolvimento 2</b>	Criação Maquete Digital em 3D - Linha 1	Francisco M.	20/03/17	31/03/17	12	Completo
		Criação Maquete Digital em 3D - Linha 2	Francisco M.	03/04/17	13/04/17	11	Completo
		Criação Maquete Digital em 3D - Frismag	Francisco M.	17/04/17	21/04/17	5	Completo
		Criação Maquete Digital em 3D - Rowenta	Francisco M.	24/04/17	05/05/17	12	Completo
		Ilustração Final do Layout (v4)	Francisco M.	08/05/17	31/05/17	24	Completo
	<b>Conclusão</b>	Reunião de análise e decisão	Direção	02/06/17	02/06/17	1	Completo
Desenvolvimento de um plano de ação		Francisco M. + Eng. Rui Neto	03/06/17	04/06/17	2	Completo	
Reunião Final		Direção	05/06/17	05/06/17	1	Completo	

Como foi descrito, inicialmente, foi feito o levantamento da planta do espaço realmente ocupado por equipamentos, zonas de armazenamento e zonas de montagem e foi possível quantificar a quantidade de espaço não ocupado e a produção por metro quadrado, que é algo que está diretamente ligado ao problema que se está a tentar resolver da taxa de utilização. O layout levantado está representado na Figura 32 e em tamanho A4 no Anexo D e E.

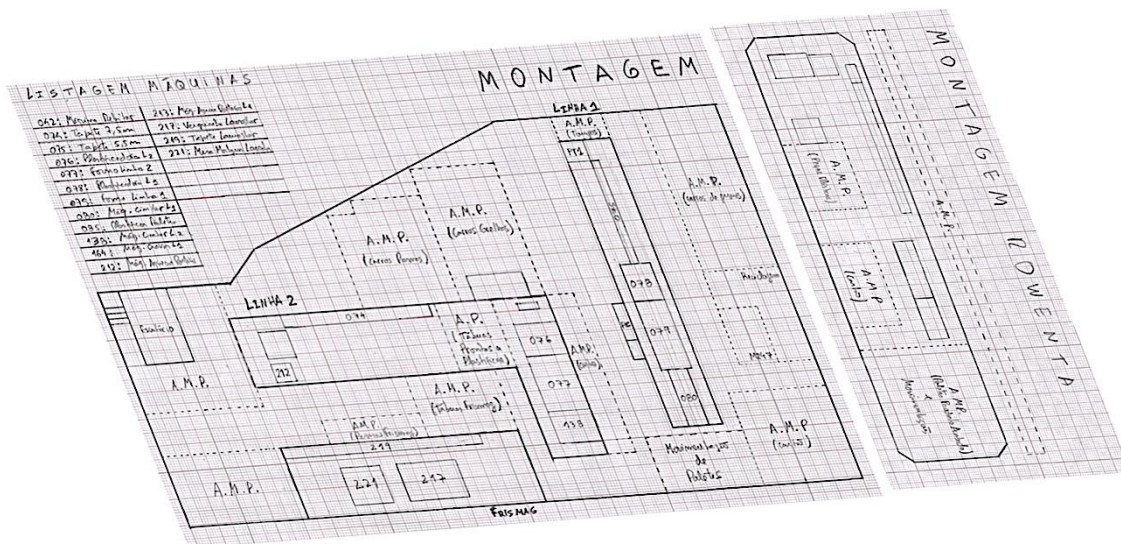


Figura 32 - Layout Secção da Montagem em papel milimétrico - Escala 1:140

Com os valores de ocupação/tempo produtivo calculados e expostos na Fase Analisar na figura 29 e com os novos valores de área ocupada medidos durante o levantamento da planta da secção da montagem, é possível calcular um fator agregado que toma os dois fatores em consideração.

A taxa de ocupação tem um efeito positivo, sendo que quanto maior o número melhor e a área ocupada tem efeito negativo sendo que quanto maior o número pior. O fator agregado toma em conta o peso de ambos os dados anteriores sendo o objetivo maior ocupação por área de fábrica. Os resultados estão na Tabela 11.

Tabela 11 - Taxa de Utilização e Área Ocupada por linha de montagem

LINHAS	TAXA OCUPAÇÃO	ÁREA OCUPADA	FATOR AGREGADO
Linha 1	25%	74,6 m <sup>2</sup>	0,34
Linha 2	74%	116,9 m <sup>2</sup>	0,63
Linha Rowenta	16%	159,6 m <sup>2</sup>	0,10
Linha Frismag	78%	58,5 m <sup>2</sup>	1,33

Como se pode constatar a linha Rowenta destaca-se pela negativa com a menor ocupação por unidade de área, o que vai levar a uma menor faturação por unidade de

área, confirmando-se assim que não é a maneira mais eficaz de ocupar aquele espaço da secção da montagem.

O fluxo de produção e de entrada dos materiais também não é o melhor, pelo que é muito confuso logo pouco intuitivo como é possível perceber na Figura 33 e no Anexo F.

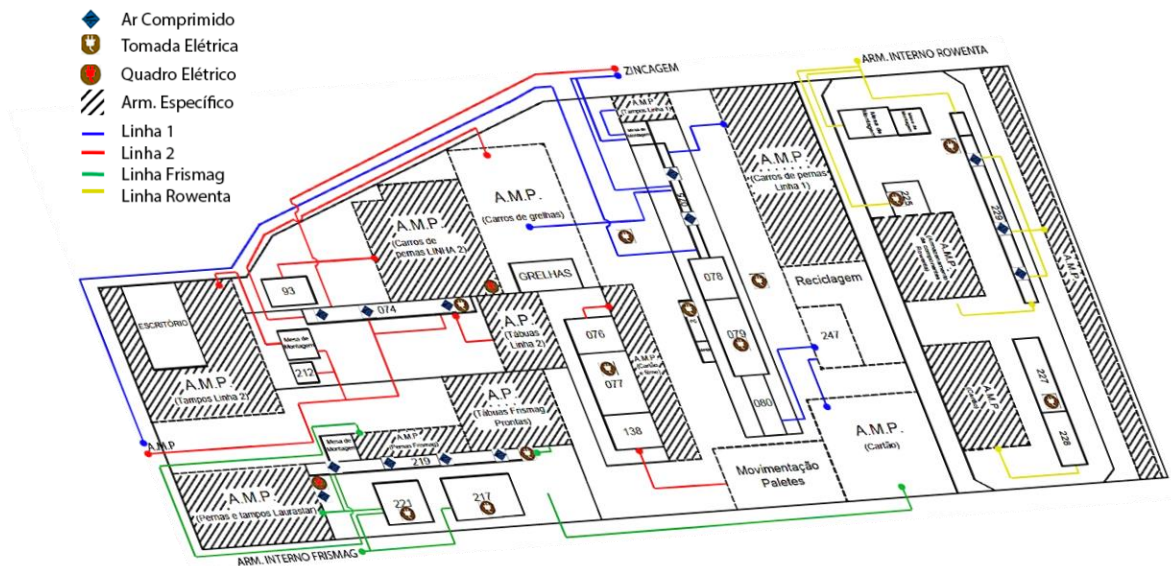


Figura 33 - Levantamento dos Pontos Elétricos e Ar comprimido bem como os Fluxos de Transporte e Abastecimento

Os fluxos de movimentação de materiais e pessoas depois de registados foram calculados, obtendo os valores da Tabela 12 no que toca às distâncias das movimentações.

Tabela 12 - Distância percorrida em cada linha de montagem

Linha de Montagem	Distância Percorrida
Linha de Montagem nº 1	120,9 m
Linha de Montagem nº 2	184,6 m
Linha de Montagem Frismag	88,4 m
Linha de Montagem Rowenta	66,3 m
<b>Total</b>	<b>460,2 m</b>

A linha de montagem dois, representada pelos fluxos a vermelho, tem três problemas de layout que se pensam críticos. O primeiro é a sua configuração em forma de “L” que leva a um transporte penoso entre o fim do tapete de montagem e o forno, correspondentes ao início e ao fim da curva da imagem. Outro problema significativo é a sua localização sendo rodeada em todas as frentes por locais de armazenamento de matéria-prima, facto esse que torna o fluxo confuso e o abastecimento difícil pelo que não existem corredores identificáveis. Outra das problemáticas nesta linha é o abastecimento, principalmente no que toca ao abastecimento de arames provindos da secção da zincagem. Devido à sua configuração e localização o trajeto para o

abastecimento do início da linha levanta alguns problemas pelo que existem duas opções.

A primeira, é feito pelo meio da secção intercetando várias zonas de armazenamento e postos de trabalho. A segunda, para o caso da montagem Styl o percurso de abastecimento tem de ser feito circundado o canto superior esquerdo da secção onde está localizado o gabinete da qualidade.

A linha de montagem 1, representada pelos fluxos a azul, aparenta ser menos confusa que a mencionada anterior porque realmente o é. Não são encontrados grandes problemas de fluxo, justificando-se pela baixa quantidade de componentes necessários para a montagem e pela baixa exigência tanto de especificação do cliente como da montagem propriamente dita dos produtos aqui trabalhados.

Na linha de montagem da Frismag, representada a verde, também não são encontrados problemas. De notar apenas que a zona de armazenamento do produto acabado antes de ser empacotado não é a melhor pelo que interfere no espaço designado para a linha de montagem número 2.

A linha da Rowenta, representada a amarelo, é a que está mais otimizada a nível de fluxos pelo que foi desenvolvida para a montagem específica de apenas dois modelos de produto.

Com base nas análises do subcapítulo “Medir”, identificou-se quantidades produtivas baixas de tábuas de marca Rowenta, com números de unidades encomendadas a rondar as mil e as duas mil mensais comparativamente a valores como dez e vinte mil das restantes linhas. A taxa de ocupação é mínima, sendo esta linha de montagem ocupada em termos percentuais pouco mais de 1 mês no ano (16% de ocupação). O valor médio de faturação por tábua também é conclusivamente o menor tendo, nos parâmetros energéticos e de desperdício analisados, resultados máximos que representam entre 3 a 10 vezes mais que os gastos de linhas semelhantes. Neste subcapítulo também foi concluído que esta linha ocupa demasiada área na secção pelo que tem o menor quociente de taxa de ocupação por área ocupada. Daí que é conclusivo que as quantidades anuais de produção de tábuas de engomar da marca Rowenta não justificam a existência de uma linha de montagem dedicada apenas a esse efeito, daí que é necessária uma reestruturação do layout fabril.

Para a maquete final foi removida a linha Rowenta, pelo que como foi visto neste capítulo a sua existência não é justificável.

As novas linhas de montagem vão ser apenas 3, sendo estas alinhadas com um fluxo descendente e paralelo à direção Zincagem-Armazém. Isto resulta num fluxo de trabalho entre secções mais objetivo e intuitivo pelo que os componentes

provenientes da serralharia são processados na pintura e zincagem, passam para a montagem, e como produto acabado são retidos no armazém.

As linhas serão paralelas entre si separadas apenas por um corredor de abastecimento para facilitar a comunicação entre linhas e tornar o abastecimento mais direto. O armazenamento de componentes vai ser efetuado na periferia das linhas, existindo uma clara separação entre os três principais, que são as grelhas, os tampos e as pernas.

A área reservada para a antiga linha de montagem da Rowenta vai ficar reservada para situações de excedente de inventário numa primeira fase, sendo posteriormente feita a decisão estratégica de como ocupar melhor aquela área da empresa tendo presente em mente que seria uma opção válida a transposição da secção de montagem dos escadotes que até então estava localizada num espaço fabril independente a aproximadamente 1km da empresa mãe. A representação tridimensional do novo espaço está apresentada na Figura 34 e Anexo G.



Figura 34 - Maquete 3D final da Secção da Montagem

#### 4.4.2 PDCA – Fase Execução

A linha da Rowenta seria desmantelada aproveitando o seu tapete automático e colocando-o na linha 2 juntamente com a máquina característica de montagem das pernas (M225). Assim a montagem das tábuas da gama Rowenta seriam apenas mais uma configuração de layout da linha 2. A nova linha 2 teria uma orientação horizontal perpendicular à secção da pintura e orientada com o fim de linha para a entrada do armazém, tornando o seu fluxo mais direto.

O tapete da antiga linha 2 passaria para a linha de montagem 1, sendo a mesma colocada paralela à linha 2 atual e com a mesma orientação. Esta mudança daria a possibilidade de produzir dois modelos de gama média em simultâneo, ou seja, dois modelos que anteriormente eram ambos produzidos na linha 2, coisa que não poderia acontecer com a configuração anterior porque o tapete da linha 1 não tinha comprimento suficiente para acomodar os postos de trabalho necessários.

Com esta hipótese ganha-se ainda mais flexibilidade e melhora-se a taxa de ocupação já que é possível repartir a ocupação da linha 2 com a linha 1.

A linha de montagem Frismag seria mantida imutável, sendo apenas reorientada segundo as duas linhas anteriores para que o fluxo de montagem fosse o mesmo para as três linhas, dando-se a saída dos componentes da secção da pintura e zincagem diretamente para o início da linha e a saída das tábuas montadas diretamente para a secção do armazém.

A mudança de layout segue as seguintes tarefas na ordem em que estão dispostas na Tabela 13. De notar que foi estabelecido um período de duas semanas para os ajustes finais ao sistema produtivo para existir tempo para os colaboradores se adaptarem ao novo fluxo de funcionamento bem como pequenas alterações que sejam necessárias efetuar.

Tabela 13 - Ciclo PDCA, Planeamento da Fase Execução

		TAREFA	RESPONSÁVEL	INÍCIO	TÉRMINO	DURAÇÃO	ESTADO
DO	Execução	Reforçar Stock Cliente chave	Chefe de Secção	12/06/17	14/06/17	3	Completo
		Realocar material para a zona Rowenta	Equipa Montagem	14/06/17	14/06/17	1	Completo
		Retirar Tapete Linha 1	Equipe 1	16/06/17	16/06/17	1	Completo
		Colocar tapete Linha Rowenta	Equipe 2	16/06/17	16/06/17	1	Completo
		Trocar forno da Linha 1 com o da Linha 2	Equipe 1	16/06/17	16/06/17	1	Completo
		Alinhar forno Linha 2 com o tapete e a marca chão	Equipe 2	16/06/17	16/06/17	1	Completo
		Rodar tapete Linha 2 e alinhar com a marca chão	Equipe 1	16/06/17	16/06/17	1	Completo
		Alinha forno da Linha 1 com o tapete Linha 2	Equipe 2	16/06/17	16/06/17	1	Completo
		Rodar Linha Frismag para o local de marca chão	Equipe 1	17/06/17	17/06/17	1	Completo
		Colocar as máquinas principais nos sítios adequados	Equipe 2	17/06/17	17/06/17	1	Completo
		Proceder às ligações elétricas e de ar comprimido	Chefe Manutenção	17/06/17	17/06/17	1	Completo
		Teste do Sistema	Equipe 1 + 2	19/06/17	19/06/17	1	Completo
		Ajustes Finais	Equipe 1 + 2	19/06/17	30/06/17	12	Completo

#### 4.4.3 PDCA – Fase Controlo

A meta delimitada pelo planeamento foi atingida apesar do curto espaço temporal para a realizar, no entanto há que apontar algumas situações e algumas mudanças que ou não foram possíveis de realizar na data pretendida ou tiveram de ser alteradas no momento. As anteriores são:

- Dificuldade na movimentação dos quadros elétricos;
- Notou-se que em alguns locais as ventoinhas para a circulação de ar eram tapadas pelos carrinhos de transporte de pernas;
- O principal problema detetado foi a falta de espaço de circulação do lado direito da nova Linha 2.

Com a melhoria obteve-se uma secção mais organizada, com um fluxo produtivo direto, fácil de identificar e compreender. Com este layout o chefe de secção consegue controlar a produção e identificar necessidades mais rapidamente como se pode verificar na Figura 35.

### ANTES



### DEPOIS



Figura 35 - O "Antes e Depois" da Mudança de Layout

Outro dos principais objetivos da mudança seria manter o chão de fábrica limpo colocando todos os componentes que não fossem imediatamente necessários na periferia. Este objetivo não foi totalmente conseguido muito derivado à dificuldade em remover o quadro elétrico do local. Devido a isso a linha Frismag teve de ser colocada 2 metros mais para a esquerda, tornando a distância entre ela e a linha 1 demasiado elevada pelo que se teve de criar uma zona de armazenamento de tampos nesse excesso de área.

A falta de espaço do lado direito da linha de montagem 2 foi resolvido através da colocação de rodas nas máquinas de montagem das pernas Styl e Rowenta, facilitando a sua deslocação, sendo apenas colocadas no local pré-definido em caso de necessidade.

Continuando agora com os objetivos quantificáveis da mudança de layout e começando com a taxa de ocupação para o mês de Julho, Tabela 14, nota-se que a mesma aumentou significativamente, sendo:

Tabela 14 - Comparação da taxa de ocupação "Antes e depois" da Mudança de Layout

<b>LINHAS</b>	<b>Ocupação ANTERIOR</b>	<b>Ocupação DEPOIS</b>
Linha 1	25,49%	59,67%
Linha 2	74,29%	97,67%
Linha Rowenta	15,67%	-
Linha Frismag	77,90%	99,50%

As linhas 2 e Frismag estiveram ocupadas aproximadamente 100% do tempo neste mês e a linha 1 60%. A principal melhoria que se verificou foi que com a nova capacidade da linha 1 produzir tábuas de porte médio grande, sendo possível montar a mesma tábua ao mesmo tempo, lado a lado. Daí que a produtividade aumentou comparativamente ao mesmo mês do ano passado, tendo sido fabricadas aproximadamente 18% mais, o que equivale a 6185 mais tábuas, ver Tabela 15.

Tabela 15 - Comparação unidades produzidas Julho 2016-17

<b>Data</b>	<b>Jul/16</b>	<b>Jul/17</b>
<b>Qtd. Produzida</b>	33526	39711
<b>Notas</b>	-	↑ de 18%

Através do diagrama spaghetti anterior mediu-se a distância percorrida nas linhas de montagem, seja em transportes seja em abastecimentos e obteve-se o valor de 460,2m para a produção de uma tábua de engomar notando que as deslocações ou transportes ocorrem em cada unidade de produto, mas o abastecimento não.

Após a mudança de layout esse valor diminuiu bastante sendo apenas preciso um valor de deslocação de 332,5m, ver Tabela 16. Com a reorientação das linhas a distância de abastecimento diminuiu significativamente tendo sido tomado em conta o fluxo produtivo o que fez com que a distância entre as secções de abastecimento e o início da linha fosse menor. Quanto à distância percorrida em transportes a mesma também diminuiu porque houve a eliminação de uma linha de montagem que não se concluiu necessária e devido a pequenas modificações na disposição das máquinas que eliminou alguns transportes desnecessários. Como exemplo disso tem-se a máquina de cravar da linha 2 que estando agora perpendicular à linha é capaz de providenciar pernas cravadas sem a necessidade de transporte.

Tabela 16 - Comparação da distância percorrida nas linhas de montagem

<b>Linha de Montagem</b>	<b>Distância ANTES</b>	<b>Distância DEPOIS</b>
Linha nº 1	120,9 m	95,6 m
Linha nº 2	184,6 m	135,6 m
Linha Frismag	88,4 m	101,3 m
Linha Rowenta	66,3 m	0 m
<b>Total</b>	<b>460,2 m</b>	<b>332,5 m</b>

Com a execução deste evento de melhoria existiram várias melhorias comprovadas até aqui, mas possivelmente a mais significativa é o consumo energético, o qual foi fator predominante que despoletou o evento.

Para medir este fator foram usados os valores de consumo energético e faturação para os meses de Julho e Agosto de 2016 e 2017 com um ajuste devido a alguma discrepância da procura do produto.

Com a eliminação de uma linha produtiva o consumo teria obrigatoriamente de diminuir, no entanto a contrabalançar este facto temos uma maior ocupação das restantes linhas e um maior número de unidades produzidas pelo que uma diminuição do consumo energético não seria assim tão fácil de antecipar. Apesar do que foi mencionado verificou-se um abaixamento de 4,77% o que simboliza mais um objetivo cumprido, ver Tabela 17.

Tabela 17 - Comparação dos Consumos energéticos jul-Ago16 e jul-Ago17

Consumo Energético ANTES	Consumo Energético APÓS
7459,01€	7103,14€
	↓ 4,77%

#### 4.4.4 PDCA – Fase Atuar

Para que os efeitos das melhorias persistam a médio-longo prazo é necessário padronizar os comportamentos que efetivaram o progresso do sistema para que as causas do insucesso sejam permanentemente eliminadas.

Relativamente aos ganhos derivados da supressão da linha da Rowenta, esses são fáceis de manter pelo que não é necessário tomar propriamente alguma ação. No entanto são aconselhadas leituras elétricas mensais dos fornos para que sejam detetados e corrigidos picos de consumo e registos diários do desperdício do filme retrátil.

No que diz respeito à organização dos fluxos de montagem, limpeza, apresentação e comunicação visual entre linhas é necessário incentivar à continuação deste estado arrumado e de fácil perceção e controlo da secção da montagem, com um bom abastecimento evitando clusters de componentes não necessários na zona da assemblagem.

#### 4.5 FASE CONTROLAR

Nesta fase do trabalho é necessário desenvolver métodos de controlo para que os resultados das melhorias perdurem e para tal é preciso que se controlem certos fatores de medição. Os resultados das melhorias estão na Tabela 18.

Tabela 18 - Quadro Resumo das melhorias do Projeto 1

<b>QUADRO RESUMO</b>			
Designação	Antes	Depois	Melhoria
Nº unidades produzidas	33526	39711	↑ 18%
Taxa de ocupação total	48,34%	85,61%	↑ 37%
Distâncias percorridas	460,2 m	332,5 m	↓ 27%
Gastos Energéticos	7459,01€	7103,14€	↓ 4,8%

O número de unidades produzidas e a taxa de ocupação total das linhas de montagem aumentaram em 18% e 37% respetivamente e as distâncias percorridas na montagem e no abastecimento diminuiu em 27% através da mudança estratégica do layout da secção. Para que esta melhoria perdure a médio longo prazo é simples, pelo que apenas é necessário incutir aos trabalhadores a necessidade de manter o local de trabalho arrumado e organizado bem como os componentes necessários à montagem nos locais destinados.

Com a eliminação de uma linha completa de montagem os gastos energéticos baixaram em 4,8%. Apesar da produção ter aumentado o consumo baixou devido ao facto do forno da linha Rowenta ter um consumo bastante superior aos demais e com a agravante de que para se poder passar as tábuas no forno o mesmo tem primeiro um período de aquecimento e preparação no qual gasta energia e não produz. Como a produção dessa linha era baixa não se justificava a ação de ligar o forno pelo que atualmente passa-se e produz-se essas tábuas na linha 2 que tem o forno ligado em permanência poupando-se assim bastante nessa operação.

# 5. PROJETO DE DIMINUIÇÃO DO TEMPO IMPRODUTIVO COM A SISTEMATIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO CHAVE

## 5.1 FASE DEFINIR

- 5.1.1 Carta do Projeto nº2
- 5.1.2 Diagrama SIPOC
- 5.1.3 Apresentação do Estado Inicial
- 5.1.4 Diagrama VOC – Voice of Customer
- 5.1.5 Diagrama CTQ – Critical To Quality

## 5.2 FASE MEDIR

- 5.2.1 Amostragem Tempo Improdutivo
- 5.2.2 Registo dos Erros que levam ao Tempo Improdutivo
- 5.2.3 Cronometragem Tempo de Mudança de Configuração da Linha 2
- 5.2.4 Cálculo do COPQ – Cost of Poor Quality

## 5.3 FASE ANALISAR

## 5.4 FASE MELHORAR

- 5.4.1 Ficha de Especificação do Cliente
- 5.4.2 Ficha de Vista Explodida
- 5.4.3 Ficha de Layout

## 5.5 FASE CONTROLAR



## 5 PROJETO DE DIMINUIÇÃO DO TEMPO IMPRODUTIVO COM A SISTEMATIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO CHAVE

### 5.1 FASE DEFINIR

Os dois seguintes problemas observados na empresa estão inteiramente interligados na medida em que ambos podem ser melhorados com uma melhoria da componente técnica da produção.

O primeiro problema centra-se na ausência de uma especificação do cliente registada e disponível para consulta. A informação chave produtiva, seja do tipo de componentes necessários, pintura, rotulagem, modo de embalagem, entre outros, apenas está disponível e centrada na mente do chefe de secção. Esta centralização torna muito difícil a deteção de erros e o tempo de solução de problemas tende a aumentar já que com o estado atual do método apenas uma pessoa é capaz de os resolver.

Este problema alarga-se também com a necessidade da linha de montagem número 2 ser flexível, ou seja, ter configurações diferentes consoante a tábua de engomar a produzir. Estas mudanças de configuração incluem aumento ou diminuição do número de máquinas, postos de trabalho, posicionamento dos trabalhadores e local de entrada no abastecimento dos componentes. Pensa-se que esta mudança demora mais tempo do que aquele que se acha necessário. Para além do tempo despendido, acabam por ocorrer erros de posicionamento de maquinaria e componentes que resultam em erros do próprio produto final.

Novamente, os objetivos definidos concentram-se na correção dos problemas anteriores utilizando a metodologia DMAIC. São previstas algumas dificuldades no cumprimento dos objetivos pelo que a posição no mercado da empresa leva a que a mesma tenha que ser tão flexível quanto possível para poder acomodar todo o tipo de clientes, o que leva a um elevado número de clientes diferentes com especificações também bastante diferentes.

#### 5.1.1 Carta do Projeto nº2

As linhas produtivas foram bem definidas e caracterizadas no projeto do capítulo 4, no entanto é indispensável caracterizar o processo produtivo começando primeiro por definir os parâmetros de melhoria através de uma nova carta do projeto apresentada na tabela 19.

Tabela 19 - Carta do Projeto para o Evento Kaizen nº2

<b>CARTA DO PROJETO</b>	
<b>Nome do Projeto:</b>	Diminuição do tempo improdutivo com a Sistematização da Informação Chave.
<b>Descrição do Problema:</b>	Os dois principais problemas abordados neste evento são o elevado tempo improdutivo na medida em que as mudanças de configuração da linha de montagem 2 demoram mais tempo do que o necessário. Ocorrem também erros produtivos que fazem aumentar o tempo de ciclo da produção. Como apenas uma pessoa tem as competências necessárias para os corrigir isto leva a uma eficiência muito baixa.
<b>Âmbito do Projeto:</b>	Pretende-se a resolução dos problemas descritos acompanhado de uma redução de custos de retrabalho e tempos improdutivos para a secção da montagem.
<b>Objetivos pré-definidos:</b>	Os principais objetivos são: - Redução dos tempos de mudança de configuração das linhas de montagem; - Diminuir o número de erros de especificação do cliente na montagem; - Diminuir o tempo improdutivo e como efeito aumentar a produção.
<b>Riscos ou dificuldades:</b>	Prevê-se uma restrição temporal para a última fase do processo. Prevê-se uma grande dificuldade de tipificação das linhas de montagem para 100% dos clientes devido a um número demasiado elevado dos mesmos.

### 5.1.2 Diagrama SIPOC

De seguida faz sentido traçar o diagrama SIPOC com o objetivo de caracterizar os elementos mais importantes, numa primeira instância, do fluxo do processo. Como o âmbito deste projeto é a secção da montagem, as restantes secções irão ser consideradas como *Suppliers* ou fornecedores. Ainda de salvar que na coluna dos fornecedores, para facilitar a compreensão, apenas vão ser apresentados os fornecedores principais, ver Tabela 20.

Tabela 20 - Diagrama SIPOC

<b>SUPPLIERS</b>	<b>INPUTS</b>	<b>PROCESS</b>	<b>OUTPUTS</b>	<b>CUSTOMERS</b>
Clientes	Encomendas	1. Contacto do Cliente;	Tábuas de Engomar	Consumidores Nacionais
Moldfact	Plásticos	2. A encomenda é registada;		
SAPA	Metais	3. O Planeamento da produção é feito;		
...	Tecidos	4. Encomenda-se os		
				Consumidores

		plásticos, tecidos, etc.;	Europeus
...	Máquinas	5. As peças metálicas são feitas na sua secção;	
...	Cartão	6. As peças metálicas são pintadas ou zincadas;	Consumidores Internacionais
	Parafusos	7. É feita a montagem;	
		8. É feito o envio.	

### 5.1.3 Apresentação do Estado Inicial

Virando o foco para a coluna do processo é necessário perceber o mesmo desde que a encomenda é feita até ao momento em que o produto final sai do armazém para entrega. Para tal vai ser apresentado o processo de fabrico da tábua de engomar *Homie Pro Metal* para o cliente *Grupo SEB*. Como o âmbito do projeto resume-se à secção da montagem faz sentido analisá-la em pormenor considerando as restantes secções como fornecedores com um tempo de entrega da encomenda conhecido, ver Figura 36.

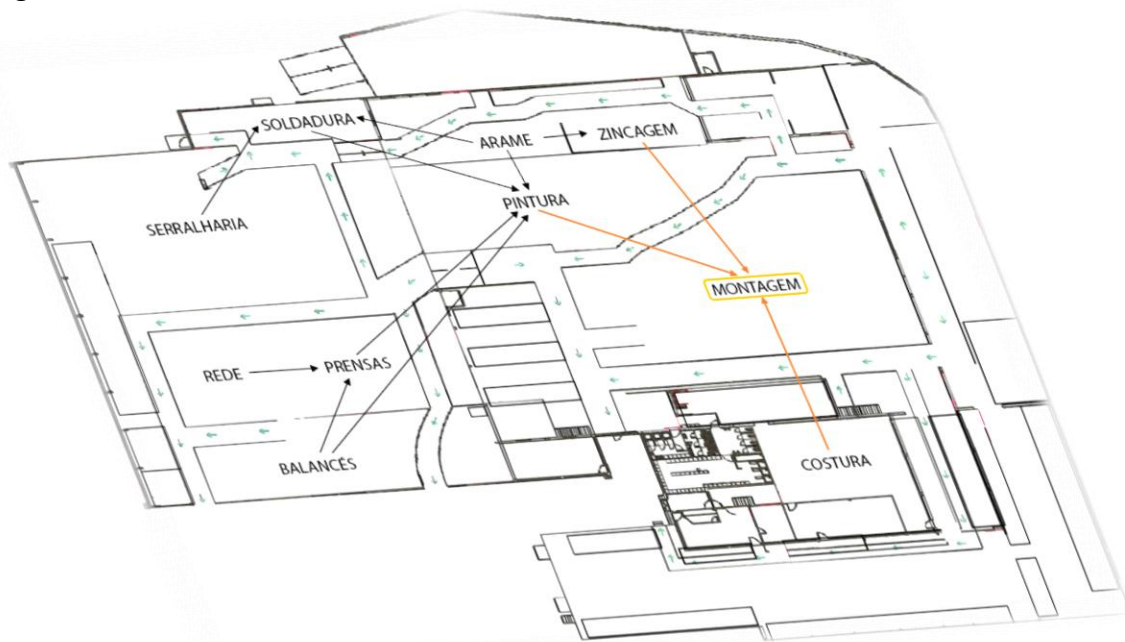


Figura 36 - Diagrama de Fluxo do Processo Produtivo

Inicialmente a encomenda é recebida através de email no gabinete comercial e é registada no software PHC como nota de encomenda. O diretor industrial a partir do mesmo software faz manualmente o planeamento para a secção da serralharia das peças metálicas que são necessárias para satisfazer a encomenda. Com uma semana de espaçamento faz o mesmo para a secção da montagem alocando os modelos e as quantidades aos dias da semana. As notas de encomenda indicam ao gabinete de compras que material é necessário encomendar aos fornecedores.

Agora na montagem e considerando que já se tem todos os componentes necessários para a tábua em questão, o chefe da secção através do planeamento orienta os operários para a produção necessária. O planeamento da produção apenas contém a referência da tábua, o cliente, a designação e a quantidade a produzir como se pode ver na Figura 37.

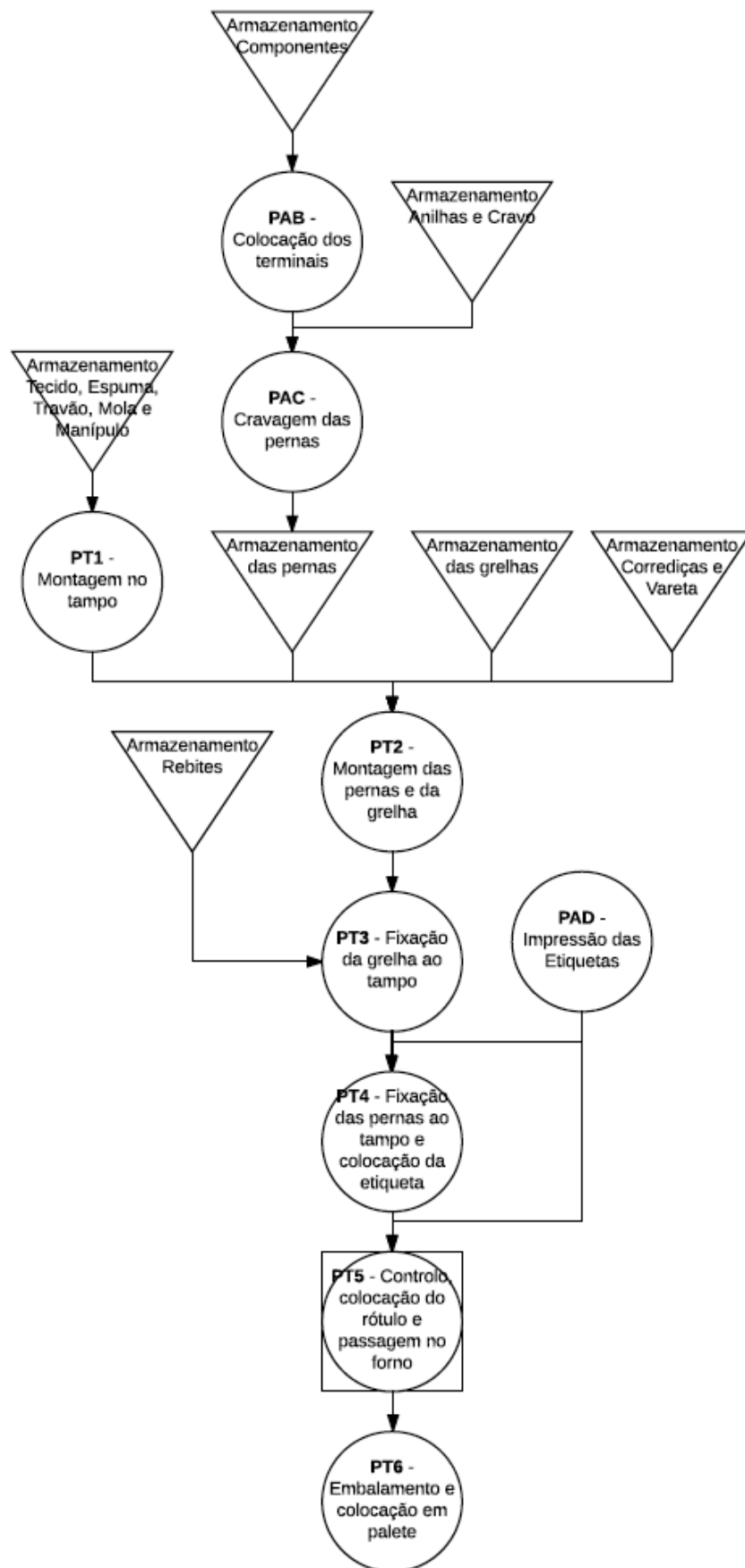
24/04/17				25/04/17				26/04/17			
Ref#	Designação	Qtd	Linha	Ref#	Designação	Qtd	Linha	Ref#	Designação	Qtd	Linha
LAURASTAR	Ordem de Produção nº 125 de 05.04.2017	0		SEB	Ordem de Produção nº 139 de 20.04.2017	0		LAURASTAR	Ordem de Produção nº 125 de 05.04.2017	0	
142.0001.898	Tábua PLUSBOARD	672	Linha 1 + 2	06.21SEB	Tábua Homie Pró METAL	1400	Linha 1 + 2	43.0001.898	Tábua COMFORT BOARD	690	Linha 1 + 2
155.0001.898	Tábua PLUS BOARD "LIPS"	378	Linha 1 + 2					153.0001.898	Tábua COMFORT BOARD "GLASSES"	368	Linha 1 + 2
FRISMAG	Ordem de Produção nº 134 de 07.04.2017	0						FRISMAG	Ordem de Produção nº 134 de 07.04.2017	0	
60078	Tábua p/passar a ferro S7 - (c/plástico)- Branca	178	Linha FRISMAG					60078	Tábua p/passar a ferro S7 - (c/plástico)- Branca	168	Linha FRISMAG
TOTAL 1228				TOTAL 0				TOTAL 1226			
<b>TOTAL SEMANAL</b>			<b>6283</b>								
<b>FRASE SEMANAL</b>			<b>Inteligência é a capacidade de se adaptar à mudança. - Stephen Hawking</b>								


25/04/17			
Ref#	Designação	Qtd	Linha
SEB	Ordem de Produção nº 139 de 20.04.2017	0	
06.21SEB	Tábua Homie Pró METAL	1400	Linha 1 + 2

Figura 37 - Planeamento da Produção

Em todas as tábuas de engomar é feita uma preparação prévia dos componentes em postos de trabalho auxiliares antes da linha de montagem começar a produzir a tábua em questão. A seguir vai ser apresentado o diagrama de fluxo para a produção da Homie Pro para o cliente Grupo SEB, sendo apresentado o material necessário e as operações em cada posto de trabalho na Tabela 21.

Tabela 21 - Diagrama de Fluxo e Procedimento da Montagem da tábua Homie Pro para o Cliente Grupo SEB



Posto de Trabalho e Componentes	Procedimento	Ilustração
<p><b>PAB</b> Colocação dos Terminais</p> <hr/> <p>Terminais brancos 30 mm</p>	<p>Neste posto de trabalho são colocados os terminais na perna grande e pequena. Este processo é 100% manual, no entanto é necessária uma preparação prévia dos terminais num forno para que a borracha seja amolecida e para que a colocação dos terminais seja facilitada.</p>	
<p><b>PAC</b> Cravagem das Pernas</p> <hr/> <p>- 2 x Pernas Homie; - 2 x Anilhas de ½ cana 22 mm; - 1 x Cravo Rebite S.F. Zn 8x81.</p>	<p>Em primeiro lugar é colocada uma perna no alinhador da máquina, de seguida é colocada uma anilha, a segunda perna e nova anilha. O cravo é colocado na máquina que depois fá-lo atravessar os furos das pernas e das anilhas até embater no alinhador para curvar as bordas e fixar.</p> <p>Este processo tem de ser feito numa máquina de cravar. É um processo semiautomático em que é feito um conjunto de pernas de cada vez. As pernas quando prontas são colocadas ao lado da máquina numa zona de armazenamento intermédio.</p>	 
<p><b>PAD</b> Impressão das Etiquetas</p> <hr/> <p>- 1 x etiqueta de controlo; - 1 x etiqueta de palete.</p>	<p>Neste posto é feita a impressão das etiquetas de controlo, que para o caso é necessário 1x colocada no verso da grelha no PT4, e uma etiqueta de palete com a informação do código de barras, quantidade, referência e cliente.</p>	
<p><b>PT1</b> Montagem no Tampo</p> <hr/> <p>- 1 x travão Homie; - 1 x manípulo 8 mm terminal branco –lisoaz; - 1 x mola torção Zn. E 14x104 mm; - 1 x espuma PN17-20RB; - 1 x tecido Homie; - 1 x tampo Homie.</p>	<p>A montagem dá-se em dois estágios. Primeiro, dois operadores colocam a espuma e o tecido, amarram o tecido ao tampo e cortam as pontas dos fios. Depois outro operador coloca a mola no travão, coloca o travão no tampo e por fim coloca o manípulo no travão. É um processo completamente manual que precisa apenas de uma mesa de apoio para o processo inteiro.</p>	 

**PT2**  
Montagem das Pernas e da Grelha

- 1 x vareta do travão Homie;
- 2 x pelas Plástic. Corrediça PRETA;
- 1 x grelha pro metal;
- 1 x conj. pernas Homie.

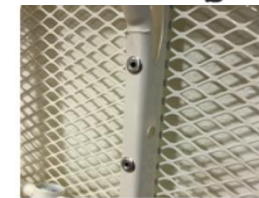
No PT2 é feita a colocação das pernas e da grelha no tampo. Este processo já se dá no tapete da linha de montagem porque está alinhado e balanceado com os processos seguintes. Esta montagem começa com o posicionamento das pernas, já montadas, no tampo e depois com a colocação das corrediças e da vareta. A vareta tem de ser colocada primeiro no arame das pernas e só depois a corrediça.



**PT3**  
Fixação da Grelha ao Tampo

- 4 x rebites POP alumínio 5x12;
- 1 x máquina de rebitar.

São feitas 4 rebiteagem nas corrediças metálicas (como foi visto anteriormente são 1 dos 4 componentes metálicos de um tampo).



**PT4**  
Fixação das pernas ao tampo e colocação da etiqueta

- 1 x máq. Cravar;
- 1 x etiq. Controlo.

No PT4 dá-se a segunda fixação, esta para fixar as pernas ao tampo. As pernas têm dois arames de contacto com o tampo. Um deles vai ser móvel, que é aquele onde estão montadas as corrediças e o outro vai ser fixo. Neste posto apenas é necessária uma máquina de cravar suspensa na linha de montagem. É também neste posto onde é colocada a etiqueta de controlo vista anteriormente.



**PT5**  
Controlo, colocação do rótulo e passagem no forno

- Rótulo tábua TEFAL Homie Pro;
- Filme retrátil 550 x 50 myc s/ impressão microperfurado;
- Cartão de proteção.

No PT5 é feito o controlo da tábua com abertura e desempenho se assim for necessário para que a mesma seja estável e não abane. É também o local onde é colocado o rótulo e uma proteção de cartão entre as pernas da tábua e a grelha. Depois o operador faz a tábua passar na máquina de embalar onde é passado um filme microperfurado para evitar riscos, ferrugem, etc. Depois para uma melhor fixação do filme a tábua passa num forno.



**PT6**

Embalamento e colocação em palete

- 1 x caixa de cartão;
- 1 x etiq. de palete.

O último posto de trabalho é o PT6 onde é feito o embalamento final em cartão das tábuas, é colocada a etiqueta de caixa e a etiqueta de palete. As tábuas, na caixa secundária, são colocadas 2 a 2. Na caixa principal são colocados 11 volumes, ou seja, 22 tábuas de engomar.



5.1.4 Diagrama VOC – Voice of Customer

Analisando agora a coluna dos clientes do diagrama SIPOC, Figura 38, é necessário dar-lhes a palavra (VOC: Voice of Customer) para perceber o futuro da relação entre o cliente e a empresa.



Maior confiança no produto final



Menor intervalo tempo de entrega

Figura 38 – Voice of Customer

O cliente, segundo o mesmo, necessita de ter uma maior confiança no produto final, seja nas características intrínsecas à especificação do cliente, seja no prazo de entrega.

5.1.5 Diagrama CTQ – Critical To Quality

A partir da informação obtida do cliente relativamente àquilo que gostaria que fosse melhorado é possível identificar as características críticas da qualidade utilizando a ferramenta CTQ (Critical to Quality), Figura 39.

Tomando como objetivo, sobre o ponto de vista do cliente, melhorar o serviço prestado, melhorando a eficácia do produto final e respeitando a especificação é necessário que exista uma sistematização da informação necessária para a montagem do produto tal e qual o cliente especifica e uma forma conveniente e eficaz de a

disponibilizar a apresentar para todos os colaboradores. Para concretizar o objetivo de entregar os produtos num intervalo de tempo menor é necessário tornar o sistema produtivo o mais lean possível, diminuindo tempos de setup e criando fluxos de produção mais eficientes. Esta informação está sistematizada abaixo.

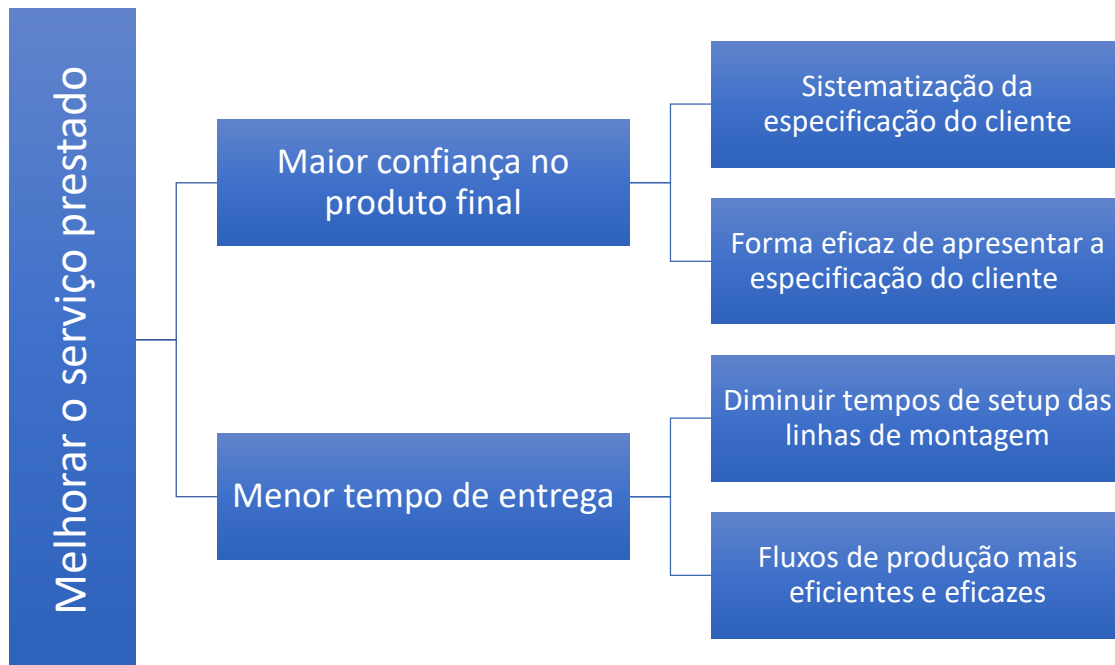


Figura 39 – Critica to Quality

## 5.2 FASE MEDIR

Segundo o *feedback* recebido pelo cliente, a empresa necessita de melhorar a eficácia produtiva, ou seja, produtos 100% respeitantes com aquilo que o cliente comprou. Analisando aquilo que é crítico para ser prestado um melhor serviço ao cliente, é conclusivo que a componente técnica da empresa tem de ser melhorada, especificamente, a informação produtiva tem de ser sistematizada para que possa ser aplicada e gerida mais eficazmente. Antes de partir para esta melhoria é necessário quantificar o impacto da sua ausência.

### 5.2.1 Amostragem Tempo Improdutivo

De acordo com os objetivos definidos na carta de projeto, mais especificamente o objetivo da diminuição dos erros na montagem e do conseqüente tempo improdutivo é necessário quantificar o tempo perdido a corrigir esses mesmos erros. Este dado vai ser calculado por amostragem do trabalho na linha de montagem flexível 2, sabendo que sempre que é detetado um erro a linha para.

O primeiro passo é calcular o número de observações a serem efetuadas, sendo que é necessário definir a precisão pretendida para o estudo tomando em conta que quanto

maior a precisão maior vai ser o número de observações a serem efetuadas. Para este estudo vai-se considerar grau de confiança de 90% e erro de 10%.

Após as primeiras 20 observações que constam na tabela 22:

Tabela 22 - Amostragem Inicial paragens produtivas

Nº Observação	Estado	Nº Observação	Estado
1	Parado	11	Funcionamento
2	Funcionamento	12	Funcionamento
3	Funcionamento	13	Funcionamento
4	Funcionamento	14	Funcionamento
5	Funcionamento	15	Funcionamento
6	Funcionamento	16	Funcionamento
7	Parado	17	Funcionamento
8	Funcionamento	18	Funcionamento
9	Funcionamento	19	Parado
10	Parado	20	Funcionamento

O valor de  $p$  é de 3 em 20, ou seja, 15% e o valor de  $q$  é de 85%.

A partir das primeiras vinte observações é possível concluir que as linhas de montagem estavam paradas 15% do tempo. No entanto esta amostra não é significativa da população, para isso é necessário calcular a quantidade de observações necessárias para tal:

$$n = \frac{Z^2 \cdot q}{p \cdot e^2} = \frac{1,645^2 \cdot 0,85}{0,15 \cdot 0,10^2} = 1533 \text{ observações} \quad (12)$$

Sendo que as observações são em duas linhas de montagem o valor acima passa para metade, ou seja, 767.

Este processo foi feito num escritório com boa visibilidade para a secção da montagem ao longo de 2 semanas.

Os resultados obtidos do estudo estão apresentados em resumo na Tabela 23:

Tabela 23 - Amostragem Final paragens produtivas

Parâmetro	Resultado inicial	Resultado Final	Tempo correspondente (diário)
$p$	15%	7%	0 h 33 min e 36 s
$q$	85%	93%	7 h 26 min e 24 s

A conclusão desta análise é que em média por dia o tempo improdutivo devido a erros de não conformidade com a especificação do cliente é de 33 minutos que em perspectiva pode ser considerado como 90 tábuas de engomar que não foram produzidas naquele dia.

De notar ainda que foi observada um maior tempo improdutivo em dias que existiam um maior número de referências a ser produzidas e um decréscimo nos dias em que existiam menos. É fácil perceber o porquê de isso acontecer já que um maior número de referências leva a uma maior variedade de matéria-prima que por sua vez leva a um maior número de situações de dúvida, ou seja, mais situações de acerto ou erro e impreterivelmente mais erros.

### 5.2.2 Registo dos Erros que levam ao Tempo Improdutivo

Em paralelo com esta análise foram registados os acontecimentos de erro, ver Figura 40, para ter informação do que leva a existir este mesmo tempo improdutivo para que seja mais fácil de eliminar.

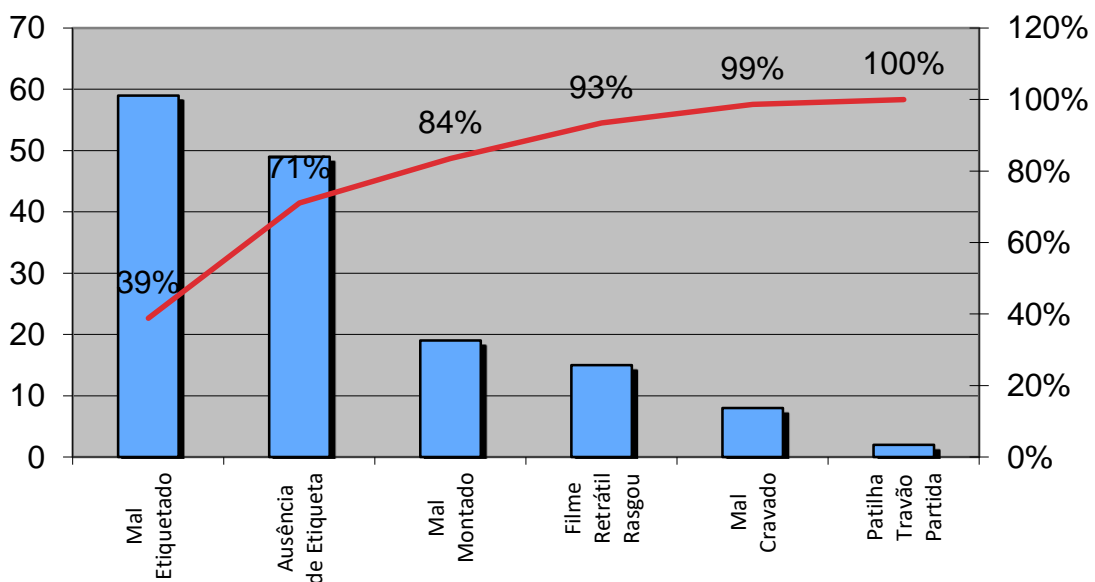


Figura 40 - Análise ABC para os defeitos produtivos

Segundo a análise ABC os defeitos de Classe A são “Mal Etiquetado” e “Ausência de Etiqueta” com uma ocorrência de 71%. Os defeitos de classe B são “Mal Montado” e “Filme Retráttil Rasgou” com uma ocorrência de 22%. Os restantes são de Classe C e representam 7% das ocorrências.

De modo que os defeitos que se deve considerar a sua correção com maior urgência são: Mal Etiquetado, Ausência de Etiqueta e Mal Montado.

### 5.2.3 Cronometragem Tempo de Mudança de Configuração da Linha 2

Em paralelo com o estudo anterior foi quantificado também o tempo de mudança de layout da linha de montagem flexível de acordo com outro dos objetivos da carta de projeto. Esta medida do trabalho já necessita de uma quantificação por cronometragem ao contrário do caso anterior.

O processo de mudança de configuração da linha começa com os postos de preparação de componentes, ou seja, os postos auxiliares A até G. Como estes postos de trabalho não têm um início pré-determinado não são os melhores para centramos este estudo. Na montagem propriamente dita a mudança do layout começa normalmente no PT2 com a reconfiguração da linha, seja com a mudança da máquina de cravar, a máquina de rebitar, o posto de entrada da grelha ou outros. Com este pressuposto a cronometragem vai ser feita a partir do momento em que o posto dois acaba de produzir a última tábua da encomenda atual até que começa a produzir a primeira tábua da encomenda seguinte.

As 10 primeiras cronometragens estão registadas na Tabela 24. De notar que a mudança de linha acontece em média 3 vezes por dia de trabalho.

Tabela 24 - Cronometragem Inicial tempo Mudança configuração da Linha 2

Nº Obs.	Tempo	Nº Obs.	Tempo
1	13 min 02 s	6	05 min 56 s
2	08 min 49 s	7	14 min 12 s
3	08 min 23 s	8	10 min 10 s
4	09 min 25 s	9	08 min 48 s
5	09 min 10 s	10	09 min 40 s

Fazendo a média dos valores registados obtém-se um tempo médio para a mudança de linha de 9 minutos e 45 segundos.

Calculando o número de observações mínimo através da equação:

$$n = \left( \frac{Z \cdot s}{A \cdot \bar{x}} \right)^2 = \left( \frac{1,645 \cdot 133,4}{0,10 \cdot 585} \right)^2 = 14 \text{ observações} \quad (13)$$

Após novo registo de medições o tempo de ciclo para este processo de mudança do layout das máquinas foi de 9 minutos e 33 segundos (CT – Cycle Time).

Este valor ainda tem de ser corrigido duas vezes. A primeira tem a ver com o fator de ritmo, que vai ser considerado um ritmo normal logo o tempo mantém-se em 9 minutos e 33 segundos (NT – Normal Time). O segundo fator de correção são as concessões. Como a empresa não tem este fator definido vão ser determinados dois

tempos padrão sendo um deles com concessões definidas pelo aluno e outro sem concessões, apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 - Cronometragem Final tempo de Mudança de configuração da Linha 2

NT	Concessões	Fator de Concessão	Tempo Padrão
09min 33s	-	-	09 min 33 s
09min 33s	Basic Fatigue Allowence	4	11 min 16 s
	Atmosferic Conditions	5	
	Use of Force	3	
	Mental Strain	4	
	Bad Light	2	

A conclusão tirada do resultado final é de que cada mudança de layout se não for previamente preparada demora em média 10 minutos e 36 segundos a realizar-se. O registo e as folhas de cronometragem na integra estão no Anexo H.

De notar que a variação dos valores registados se deve à variedade de tábuas de engomar produzidas sendo que uma parte delas é de dificuldade reduzida com relativamente poucos componentes e outras são de elevada dificuldade podendo ter até 30 componentes diferentes na sua montagem.

#### 5.2.4 Cálculo do COPQ – Cost of Poor Quality

Em jeito de conclusão vai ser calculado o COPQ (Cost of Poor Quality) para que seja definido o custo inerente à falta de qualidade do produto final pelos desperdícios medidos.

O COPQ está dividido em quatro componentes. Os custos de prevenção, apreciação, falhas internas e falhas externas. Para esta tese apenas vão ser analisados os custos de falhas internas, como por exemplo os defeitos e o desperdício registados no diagrama ABC e as unidades não produzidas calculadas através das cronometragens e amostragens nas linhas de montagem, ver Tabela 26.

Tabela 26 - Apresentação das vertentes do COPQ

Custos Falhas Internas	Valor Mensal
Desperdício	459,77 €
Retrabalho	40,48 €
Unidades não produzidas	3563,10 €
<b>COPQ - 4103,35 €</b>	

O custo atual da não qualidade assenta em aproximadamente 4 mil euros mensais, considerando o desperdício sob a forma de plástico e energia, o retrabalho e o número de unidades não produzidas.

### 5.3 FASE ANALISAR

Com o diagrama causa efeito foram concluídas várias causas segundo os seis fatores considerados no primeiro projeto. Para este evento de melhoria vai ser utilizado o diagrama *5whys*, para restringir um pouco a análise para um número de causas mais aceitável. Este processo é simples, no entanto deve seguir um conjunto de regras, como:

- A gestão da empresa deve fazer parte do processo;
- O problema deve entendido por todas as pessoas;
- Certificar se a causa definida leva mesmo ao efeito que está em análise;
- Definir como causa situações do processo e nunca as pessoas.

Tendo isto em conta, o diagrama foi construído e o resultado está apresentado a seguir na Figura 41.

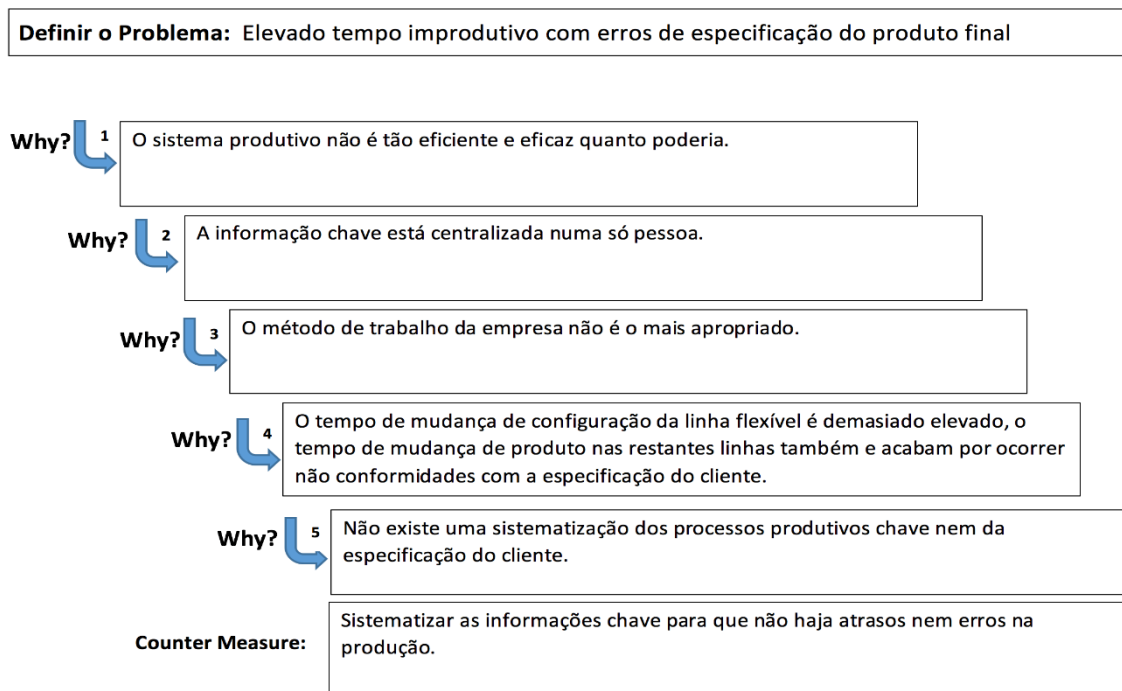


Figura 41 - Diagrama 5whys para "Algumas encomendas chegam com atraso ou fora de Especificação"

O que se concluiu através do uso desta ferramenta foi que o sistema produtivo não era eficaz e eficiente o suficiente já que toda a sua informação chave estava centralizada numa só pessoa. Esse facto gera imensos problemas já que apenas o chefe da secção consegue resolver qualquer problema que se levante.

O método de trabalho da empresa não é de todo o melhor e assim os tempos improdutos são inevitáveis. Para além disso ocorrem não conformidades com a especificação do cliente porque, mais uma vez, a informação não está disponível a todos os colaboradores para que os mesmos possam perceber o que está errado e corrigi-lo.

A solução para diminuir esses tempos improdutos ao máximo passa por uma sistematização da informação chave, seja a informação necessária para mudar de configuração da linha 2, seja a dos componentes específicos por cliente, para que quando chegue a altura de atuar toda a equipa de trabalho saiba imediatamente o que é preciso fazer e como fazê-lo.

## 5.4 FASE MELHORAR

Para controlar o número de não conformidades produtivas é necessário primeiro perceber porque acontecem. Como foi visto no diagrama 5 porquê a ausência de informação documentada é uma das principais causas das não conformidades pelo que também é uma enorme oportunidade de melhoria.

### 5.4.1 Ficha de Especificação do Cliente

Para sistematizar a informação, com o auxílio da componente teórica de *standard work*, é necessário perceber quais são os dados específicos por cliente necessários nesta secção. Para tal foram registados todos os pontos de bifurcação ao longo do processo produtivo, ou seja, os pontos em que existe uma escolha feita pelo cliente, quer a nível de componentes quer a nível de documentação. Esses pontos são:

1. *Referência do produto*: aqui está a identificação em código interno usado para definir um produto (Ex<sup>o</sup>: 206.21SEB). Se esta referência for apenas constituída por números significa que a tábua de engomar é padrão, se contiver também letras, que geralmente são uma abreviatura do nome do cliente, significa que existem características específicas que devem ser levadas em conta;
2. *Produto*: visão geral do produto para identificação da gama e de parte dos componentes base;
3. *Componentes base*: qual o tipo de grelha, tampo, mecanismo de regulação de altura, pernas e terminais. Este são os cinco principais componentes que são necessários em todas as tábuas de engomar. Cada um destes componentes para além do tipo que necessita ser especificado também necessita da cor;
4. *Componentes acessórios*: o rótulo, que apesar do produto ser específico pode ser padrão, ou seja, rótulo da marca da empresa (Afer). A etiqueta da cobertura, onde consta a especificação do tecido e simbologia técnica de

tratamento. Os tecidos, que dentro da empresa são codificados por uma letra mais dois números, em que a letra representa a família e o número representa o tecido. A cor de pintura geral da tábua de engomar, utilizada no tampo, grelha e pernas. Por fim, os acessórios que podem ser de quatro tipos, fichas elétricas, cestos, passa mangas e termobase.

5. *Embalamento:* este ponto é o de mais confusão pelo que pode ter variadíssimas configurações. As características a ter em conta são: o tamanho da palete, o número de produtos por palete, o tipo de embalagem (se são embalados em filme e caixa, filme e cartão, filme e protetores nos terminais, ou apenas em filme, se a caixa é dupla ou simples, quais as dimensões da caixa, qual o peso do produto, quais as dimensões do produto em caixa, se são colocados 1 a 1 ou 2 a 2 (frentes com frentes ou costas com frentes) e quais as dimensões e peso da palete final;
6. *Etiquetas:* por último é necessário identificar quais as etiquetas necessárias para a montagem do produto. Neste ponto existem 2 tipos de etiquetas: as etiquetas de palete (colocadas no exterior do conjunto com a informação do código EAN, cliente, referência designação e quantidade) e a etiqueta de controlo que pode ser padrão, ou seja, a etiqueta da empresa, ou específica do cliente.

Toda a informação anterior tem de estar disponível para uma consulta rápida e eficaz, pelo que é essencial que a ficha de especificação do cliente seja apenas de uma página e de visualização imediata. Como tal a folha foi dividida em 5 secções, apresentadas na Figura 42:

O diagrama mostra a estrutura de uma ficha de especificação do cliente, organizada em cinco secções principais:

- CABEÇALHO:** Contém campos para CLIENTE (REF#), DESIGNAÇÃO, Nº CLIENTE PHC, e TEMPO DE CICLO.
- PRODUTO E COMPONENTES BASE:** Inclui áreas para FOTOS de TÁBUA ABERTA, GRELHA, REGULAÇÃO ALTURA, PERNA e TERMINAIS.
- PRODUÇÃO:** Possui campos para COD. BARRAS, LINHA PRODUÇÃO, PINTURA TAMPO, PINTURA GRELHA, PINTURA PERNAS, TECIDOS, CÔR SILICONES, ESPUMA/MOLETON, CÔR TERMINAIS, CÔR REG. ALTURA, ACESSÓRIOS, FIXAÇÃO COBERT., FILME RETRATIL, e INFO ADICIONAL.
- EMBALAMENTO E LOGÍSTICA:** Contém campos para EMBALAGEM, DIMENSÕES UN., PESO UN., QUANT. / PLAST., DIMENSÕES PALETE, QUANT. / PALETE, PESO TOTAL PALETE, e FOTOS de ETIQUETA PALETE, PALETE FINAL e ETIQUETA N° CONTROLO.
- COMPONENTES ACESSÓRIOS:** Inclui FOTOS de FOLHA, ETQ. COBERT, TECIDOS, CÔR PINTURA, e ACESSÓRIOS.

Na base da ficha, há campos para APROVADO, Nº REVISÃO e DATA.

Figura 42 - Secções da Ficha de Especificação do Cliente

- *Cabeçalho* – onde é apresentada a informação técnica para identificar o produto;
- *Produto e Componentes Base* – secção onde é apresentada uma imagem do produto final e os seus componentes base tal como são necessários;
- *Componentes Acessórios* – é apresentada a imagem dos componentes para além daqueles que são considerados como base. Exº: rótulo, tecido, acessórios;
- *Produção* – especificação das características dos componentes base e acessórios em texto;
- *Embalamento e Logística* – particularidades do modo de embalagem e características logísticas como dimensões e pesos necessários para o modo de transporte.

Para exemplo da aplicação desta ficha foi seleccionada o mesmo produto descrito no capítulo 4 ponto 1.4, a tábua de referência 206.21SEB e designação “Homie Pro c/ grelha de chapa”. A ficha na sua íntegra está no *Anexo I*.

A primeira secção a ser preenchida é o “cabeçalho”, Figura 43, adicionando a informação necessária para qualquer pessoa identificar o produto em questão. São necessários quatro pontos de informação para tal: o cliente, o número do mesmo no software PHC, a designação da tábua e o seu código interno / referência.

CLIENTE:	<b>TEFAL - Grupo SEB</b>	Nº CLIENTE PHC:	<b>1229</b>
REFº	<b>206.21SEB</b>	DESIGNAÇÃO:	<b>Homie Pro com grelha de chapa</b>

Figura 43 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção do Cabeçalho

A secção seguinte, de nome “Produto e Componentes Base”, Figura 44, deve conter apenas informação visual para que rapidamente seja possível figurar o produto final e seus componentes base.

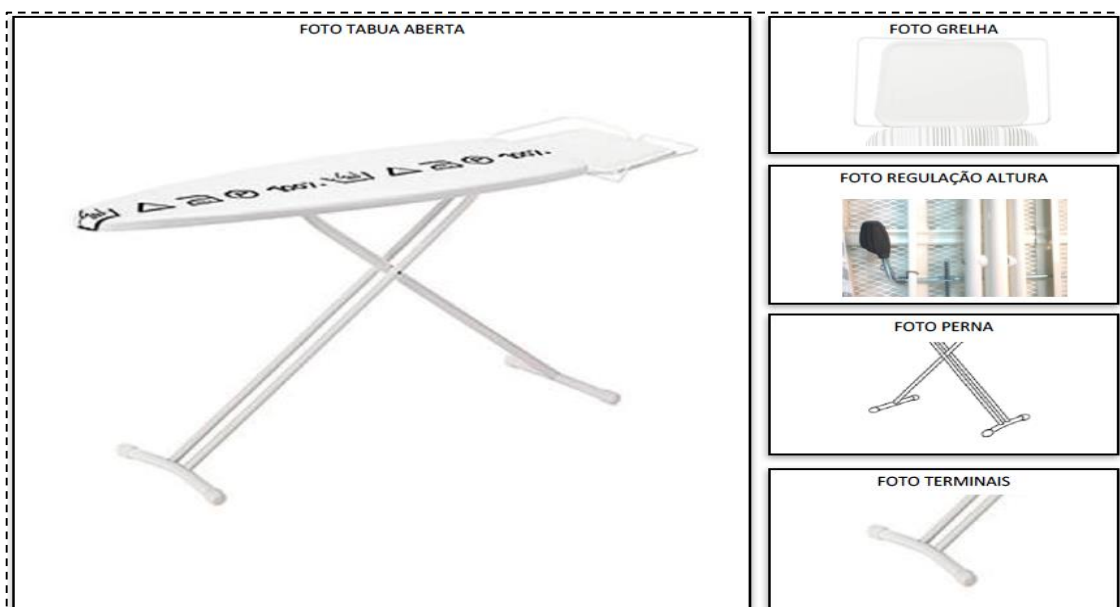


Figura 44 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção Produto e Componentes Base

Esta secção é a de mais relevo na ficha pelo que é aqui que se visualiza o produto final sendo este o principal ponto de partida para o processo produtivo.

A terceira secção denominada de “Componentes Acessórios”, Figura 45, inclui as principais variantes dos componentes, sendo aqui apresentado o rótulo necessário para a produção, o tipo de cobertura, o(s) código(s) do(s) tecido(s), a cor de todos os componentes base e os acessórios. Este último nem sempre é aplicável pelo que pode estar preenchido ou não. Os erros mais comuns corrigidos pela sistematização desta informação são erros na seleção do rótulo e tecido pelo que por vezes são colocados os rótulos e tecidos padrão e não aqueles pré-selecionados pelo cliente.

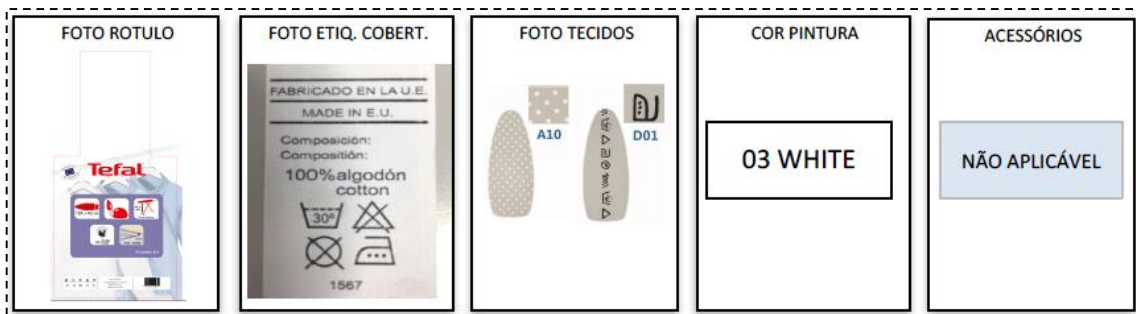


Figura 45 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção dos Componentes Acessórios

A secção da “Produção”, Figura 46, apresenta em texto as duas secções anteriores com as cores dos componentes base bem como a dos componentes acessórios. Para além disso é acrescentada a informação do filme retrátil necessário para o embalamento, a linha produtiva preferencial e a sua configuração, o tempo de ciclo útil para o auxílio ao planeamento e programação da produção e a caixa de informação adicional onde é exposto um resumo da informação técnica dos componentes como dimensões da chapa e largura do tubo.

<b>COD. BARRAS:</b>	<b>1110030933</b>	<b>TEMPO DE CICLO:</b>	<b>26s</b>
<b>PINTURA TAMPO:</b>	<b>BRANCO</b>	<b>LINHA PRODUÇÃO:</b>	<b>Linha 2 com tipologia normal</b>
<b>PINTURA PERNAS:</b>	<b>BRANCO</b>	<b>PINTURA GRELHA:</b>	<b>BRANCO</b>
<b>CÔR SILICONES:</b>	<b>-</b>	<b>TECIDOS :</b>	<b>A10, D01</b>
<b>CÔR TERMINAIS:</b>	<b>BRANCO</b>	<b>ESPUMA/MOLETON:</b>	<b>100% POLIESTER 5 mm</b>
<b>ACESSORIOS:</b>	<b>N/A</b>	<b>CÔR REG. ALTURA:</b>	<b>BRANCO</b>
	<b>N/A</b>	<b>FIXAÇÃO COBERT.:</b>	<b>FIO - NORMAL</b>
		<b>FILME RETRÁTIL:</b>	<b>550x50 S/ IMPRESSAO</b>
<b>INFO ADICIONAL</b>	<b>Tampo homie 1240 x 400 x 0,8 mm, grelha pro metal 430 x 280 x 0,8 mm, pernas 22 x 0,8 + 30 x 0,8 mm e terminais 30 mm brancos.</b>		

Figura 46 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção da Produção

Por último e talvez a secção mais problemática de ocorrerem erros é a de “Embalamento e Logística”, Figura 47, devido ao enorme número de variedade de tipos de embalagem. Nesta secção é apresentada a informação sob forma de imagem e texto para que não existam confusões ou dúvidas. É descrito o modo de embalagem, que neste caso são em caixa 2 a 2 com 22 unidades por palete, ou seja, 11 caixas. A etiqueta de palete e de controlo são as da imagem sendo esta última fornecida pelo cliente. A informação logística mencionada é a dimensão de uma caixa e peso, informação útil se o envio for feito em contentor sem o uso de palete e informação das dimensões e peso de uma palete caso seja por envio desse modo.

<b>EMBALAGEM</b>		Tabuas embaladas em filme retratil, em caixa de cartão 2 a 2, colocadas em meias paletes (80 x 60 cm) 22 Unidades por Palete.	
<b>DIMENSÕES UN.:</b>	<u>46 x 7,5 x 162 cm</u>	<b>DIMENSÕES PALETE:</b>	<u>120 x 80 x 177 cm</u>
<b>PESO UN.:</b>	<u>6,5 kg</u>	<b>QUANT. / PALETE:</b>	<u>22</u>
<b>QUANT. / PLAST.:</b>	<u>2</u>	<b>PESO TOTAL PALETE:</b>	<u>163 kg</u>

<b>FOTO ETIQUETA PALETE</b> 	<b>FOTO PALETE FINAL</b> 	<b>FOTO ETIQUETA Nº CONTROLO</b> 
---------------------------------	------------------------------	--------------------------------------

Figura 47 - Ficha de Especificação do Cliente, Secção de Embalamento e Logística

#### 5.4.2 Ficha de Vista Explodida

Como a caixa de informação adicional não é suficiente, pelo que na análise ABC se concluiu que alguns produtos eram mal montados, decidiu-se completá-la melhorando assim a componente técnica da produção através da criação de “Fichas de Montagem” para que que seja possível a qualquer pessoa saber os componentes necessários para a montagem de uma tábua de engomar específica e a forma como esses mesmos componentes encaixam.

As “Fichas de Vista Explodida” (ANEXO J) estão divididas em quatro grandes secções. A primeira é semelhante à da ficha FEC (ficha de especificação do cliente).

A segunda é a vista explodida dos componentes. Esta secção é a de maior tamanho e de maior relevo pelo que permite visualizar todos os componentes e a maneira como interagem entre si.

Como parte dos componentes são de dimensões reduzidas foi necessário criar vistas auxiliares para que nenhum pormenor da montagem fique escondido ou impercetível. Como por vezes é difícil identificar os componentes apenas pelo seu aspeto foi necessário incluir na uma legenda identificando os componentes com as suas características técnicas para os diferenciar dos restantes componentes da mesma família.

Em suma, as três secções desta nova ficha estão na Figura 48 e são:

- Vista Explodida dos componentes;
- Vistas Auxiliares;
- Legenda com descrição técnica dos componentes.

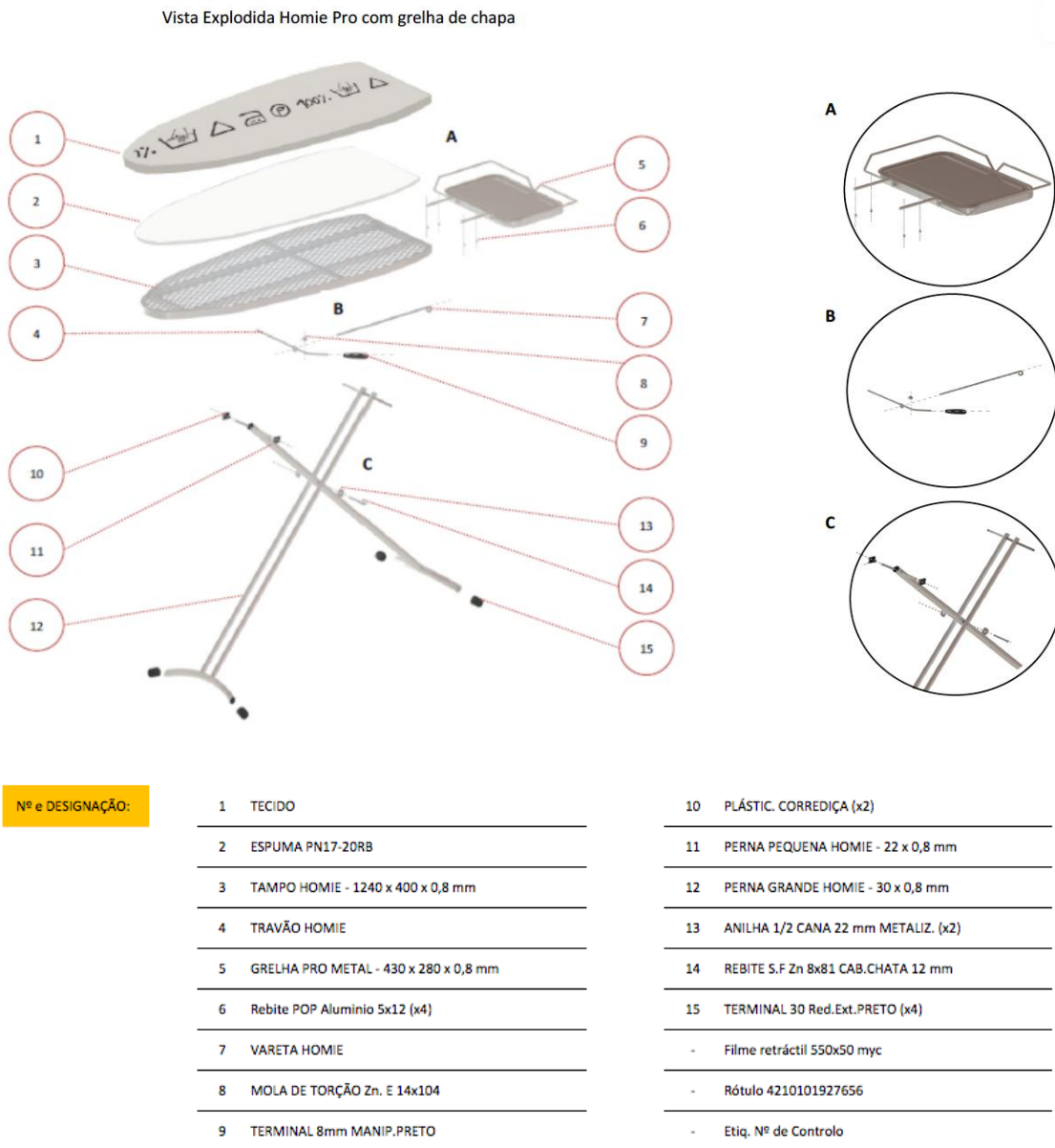


Figura 48 - Ficha de Vista Explodida para a tábua 206.21SEB – Vista Explodida, Vistas Auxiliares e Legenda

Esta melhoria foi aplicada no PTD da Linha 2 visto ser a estação de trabalho central próxima de todos os outros postos de trabalho. As fichas estão disponíveis em formato físico, papel, colocadas em micas, sendo a frente a FEC e o verso a Ficha de Vista Explodida. As fichas estão divididas por cliente e dentro do mesmo cliente estão organizadas por ordem alfabética.

O objetivo das FEC foi corrigir ou minorar os erros na montagem e o tempo improdutivo resultante através de uma sistematização da informação específica do cliente para que seja mais fácil de identificar não conformidades, como a etiquetagem incorreta, e até mesmo evitar a sua ocorrência.

As fichas de montagem elucidam quais os componentes necessários e a forma como se comportam no conjunto evitando assim produtos mal montados.

O resultado obtido relativamente ao tempo improdutivo após implementação das fichas está apresentado de seguida na Tabela 27.

Tabela 27 - Comparação tempo improdutivo por não conformidades

Parâmetro	Nº de Ocorrências	Percentagem de tempo	Tempo improdutivo (diário)
Tempo de paragem <b>antes</b> da melhoria	152	7%	33min e 36s
Tempo de paragem <b>após</b> melhoria	45	6%	28min e 48s

Apesar do número de ocorrências de não conformidades ser bastante inferior, esse abaixamento não é reproduzido no tempo improdutivo porque o método de consulta das fichas não é tão rápido quanto o desejado.

#### 5.4.3 Ficha de Layout

Um dos grandes problemas da empresa, derivado da sua posição estratégica, é a dificuldade em corresponder à elevada gama de produtos exigida pelo mercado. Para tal a empresa tem a linha de montagem número 2 que é a linha de maior flexibilidade pelo que contém cinco configurações distintas da sua disposição de máquinas. Esta variabilidade juntamente com a falta de sistematização para a mudança leva a um elevado tempo despendido para esta atividade.

Em média são precisos 10 minutos e 36 segundos para reconfiguração da linha, sendo que por dia são necessárias em média 3 reorganizações das máquinas e mesas de montagem. Analisando este tempo despendido, amonta em mais que trinta minutos de não produtividade, o que equivale a mais de 100 tábuas não montadas.

Para diminuir este tempo improdotivo foram desenvolvidas maquetes tridimensionais para todas as configurações da linha 2, sendo apresentado o posicionamento de todos os postos de trabalho principais e auxiliares, o posicionamento dos operadores, as máquinas necessárias, a localização da entrada de matéria-prima bem como os armazenamentos intermédios.

Continuando a analisar o caso transversal a este documento, a seguir está apresentado na Figura 49, o layout da montagem da tábua Homie Pro para o cliente Grupo SEB.

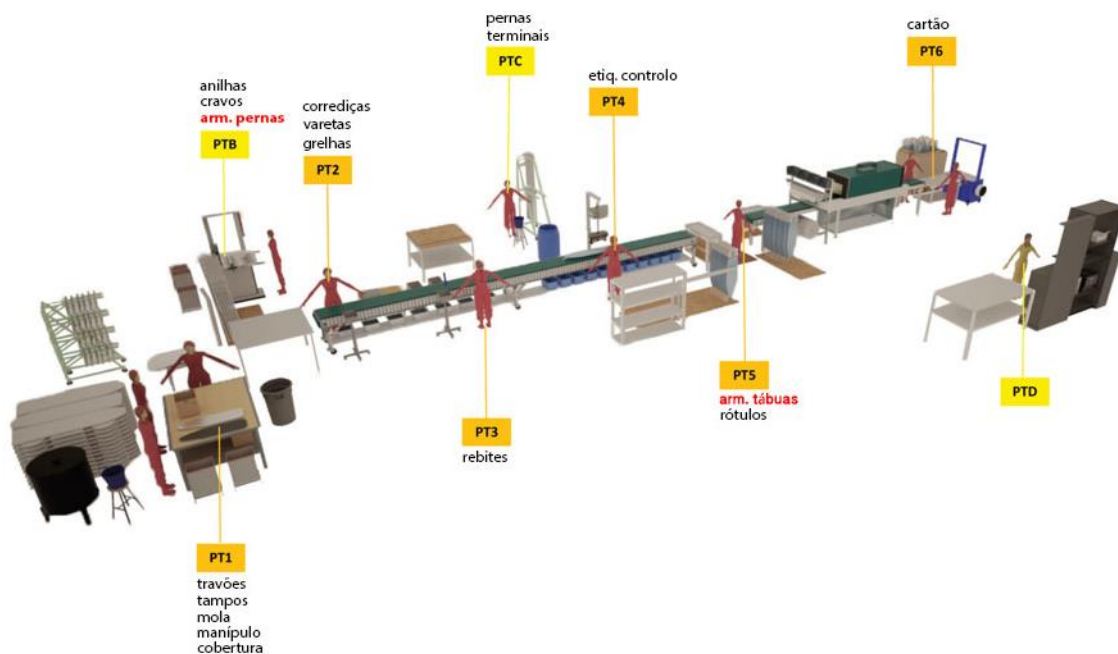


Figura 49 - Ficha de Layout Linha 2 - ANEXO K

Para além de estarem especificados os postos de trabalho bem como tudo aquilo que é necessário lá estar, também está incluso a informação daquilo que necessita ser abastecido em cada posto. Como a imagem tem muita informação criou-se um esquema específico para cada mudança baseado nas fichas anteriores sob a forma de instrução de trabalho.

No esquema da Figura 50 estão a vermelho as máquinas e os abastecimentos que necessitam ser mudados e no esquema de baixo as novas localizações. Para este esquema foi escolhida a mudança da Linha 2 padrão para a configuração 2+ válida para os produtos do cliente Laurastar.

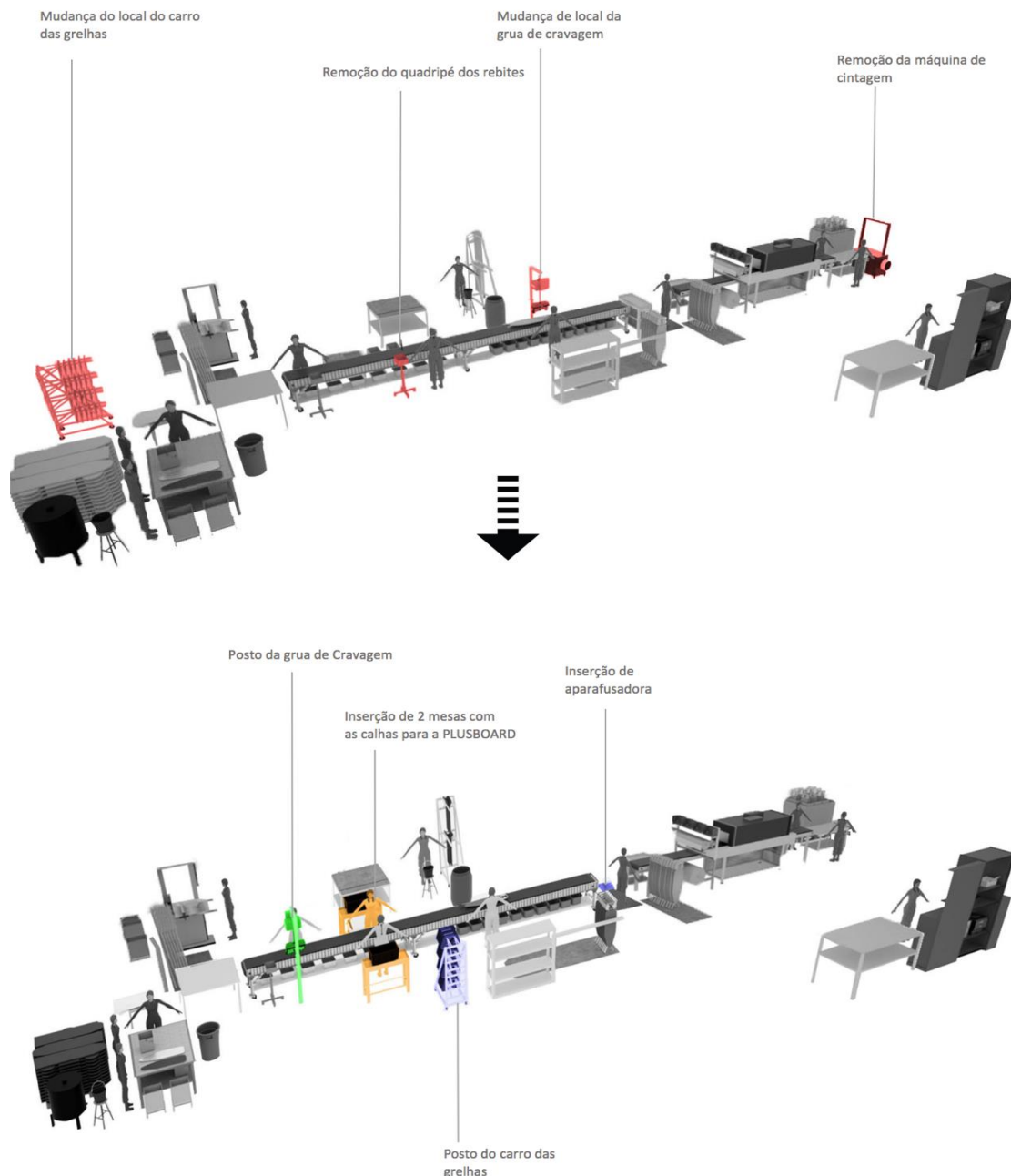


Figura 50 - Esquema de Mudança da configuração da "Linha 2 para 2+ (ANEXO L)"

A sequência das operações definidas, com o auxílio da metodologia SMED, para esta reconfiguração passam pela mudança do local do carro das grelhas e da grua de cravagem para os locais a verde e a azul seguida da remoção dos quadripés de rebites e da máquina de contagem. Por fim é necessária a inserção das mesas com as calhas *Plusboard* e a máquina aparafusadora. Todos estes passos podem ser feitos entre 5 a 10 minutos antes do fim do lote atual.

Este processo de preparação deve ser efetuado pelo abastecedor de linha com o auxílio se necessário do chefe de secção.

Os resultados obtidos após a aplicação desta nova instrução de trabalho, apresentados na Tabela 28, levaram a uma diminuição, apesar de não muito significativa, do tempo de mudança de layout.

Tabela 28 - Comparação tempo de Mudança de Configuração da Linha 2

<i>Antes</i>	<b>Tempo Padrão</b>	<i>Depois</i>	<b>Tempo Padrão</b>
	10min 36s		9 min 45s

### 5.5 FASE CONTROLAR

Nesta fase do trabalho é necessário desenvolver métodos para que os resultados das melhorias perdurem e para tal é preciso que se controlem certos fatores de medição. Os resultados das melhorias estão apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 - Quadro Resumo do Projeto de Melhorias 2

<b>QUADRO RESUMO</b>			
<b>Designação</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>Melhoria</b>
Tempo improdotivo (diário)	00:33:36	00:28:48	↓ 14%
Tempo de 1x mudança layout	00:10:36	00:09:45	↓ 8,0%
COPQ Mensal	4103,35 €	3350,40€	↓ 18%

Analisando o tempo improdotivo derivado de não conformidades com os erros na montagem vê-se um abaixamento de 14% com a implementação das fichas de especificação do cliente. Notou-se que poderia existir uma diminuição mais significativa do tempo improdotivo se o mecanismo de consulta das fichas, que para já é em papel, fosse menos demorado.

Para que esta melhoria continue foi criado um template de atualização para o documento com um diretório com toda a informação relevante seguindo o índice da Figura 51.

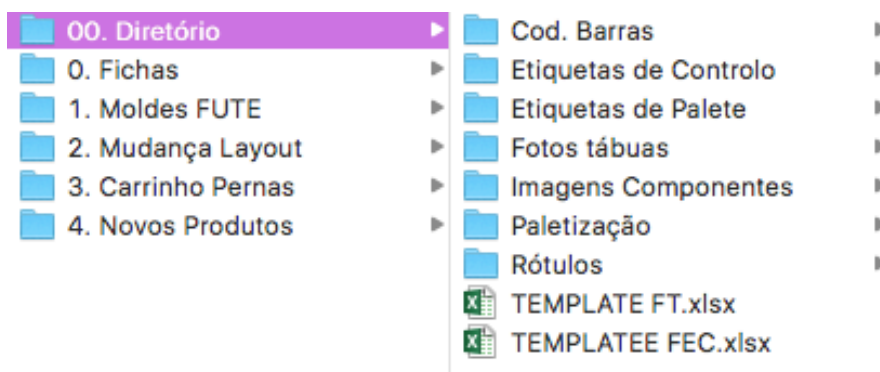


Figura 51 - Diretório de Informação para as FEC

As fichas que foram feitas devem ser sempre atualizadas na sua versão .xls e convertidas para .pdf para serem impressas e anexadas ao arquivo físico.

Relativamente à problemática da mudança de configuração da linha de montagem flexível constatou-se uma diminuição do tempo necessário em 8% pelo que se acredita que existe a mesma possibilidade de melhoria apontada com as FEC.

De notar ainda que nas FEC e FM existe uma curva de aprendizagem pelo que a extensão completa da melhoria só poderá ser medida alguns meses após a aplicação.

O custo da não qualidade, devido a todas as melhorias apresentadas atrás, diminuiu em 18%, representando uma poupança de aproximadamente 750 euro por mês. Este custo é difícil de quantificar devido à quantidade de fatores que o influenciam, no entanto a diferença entre o custo da não qualidade antes e depois, utilizando os mesmos parâmetros, é simples e fiável, daí que as evidências da melhoria também o são.



## **6. CONCLUSÃO E TRABALHOS**

### **FUTUROS**



## 6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

As duas principais melhorias aplicadas na empresa foram a mudança de layout fabril e a sistematização da informação chave, para responder às problemáticas definidas de uma planta da secção da montagem confusa e ineficaz, ausência de tipificação das linhas de montagem principalmente da linha flexível e ausência de uma especificação do cliente bem definida com os objetivos de melhorar o aproveitamento do espaço produtivo e diminuir os tempos improdutos.

A quantificação de todas as melhorias aplicadas na empresa está exposta no quadro resumo da Tabela 29.

Tabela 30 - Quadro Resumo das melhorias

<b>QUADRO RESUMO</b>				
	<b>Designação</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>Melhoria</b>
Projeto 1	Nº unidades produzidas	33526	39711	↑ 18%
	Taxa de ocupação total	48,34%	85,61%	↑ 37%
	Distâncias percorridas	460,2 m	332,5 m	↓ 27%
	Gastos Energéticos	7459,01 €	7103,14 €	↓ 4,8%
Projeto 2	Tempo improdutivo (diário)	00:33:36	00:28:48	↓ 14%
	Tempo de 1x mudança layout	00:10:36	00:09:45	↓ 8,0%
	COPQ Mensal	4103,35 €	3350,40 €	↓ 18%

Inicialmente foi necessária uma mudança de layout fabril para que o espaço tivesse uma maior e melhor aproveitamento pelo que a sua taxa de ocupação aumentou em 37%. O número de unidades produzidas, provindo desta mudança, também aumentou, desta vez em 18%, sendo produzidas mais 6000 tábuas de engomar comparativamente ao mesmo mês do ano passado.

As peculiaridades de cada montagem por cliente foram identificadas e registadas nos documentos fichas de especificação do cliente. Com a aplicação desta melhoria foi registado uma diminuição do tempo improdutivo, que este também era um dos objetivos iniciais, em 14%, ou seja, em 5 minutos todos os dias. De notar que se acredita que este valor posso ainda diminuir significativamente com a implementação de um sistema de menor tempo de consulta.

A componente técnica da empresa relativamente ao seu produto foi melhorada através das fichas de layout e fichas de montagem. As fichas de layout auxiliam a mudança de configuração da linha de montagem número 2 fazendo com que todos os colaboradores saibam aquilo que necessita ser reconfigurado. Foi registado uma

diminuição do tempo de mudança de layout de 8% representando uma diminuição de 1 minuto sempre que esse processo é executado. Novamente, prevê-se uma diminuição mais significativa com a implementação de um novo sistema de consulta.

Os novos processos foram documentados e colocados no servidor da empresa bem com uma cópia física na estação ou posto de trabalho necessário para a sua consulta.

Abordando este último termo utilizado, a consulta da informação, pensa-se que se pode realizar este passo com maior rapidez e eficácia. Para tal criou-se uma plataforma digital onde fossem apresentadas todas as fichas de especificação do cliente, montagem e de layout desenvolvidas com o objetivo de facilitar e agilizar a sua consulta.

Esta melhoria assenta no ponto de trabalhos futuros apesar de já estar desenvolvida, pelo que ainda não está definido o modo de instalação nem estão alocados os recursos necessários para a sua implementação.

A ideia passa pelo desenvolvimento de uma plataforma digital presente no servidor local da empresa, acessível a todos os utilizadores com as credenciais de acesso, Figura 52, pelo que é necessário restringir a informação sensível da empresa nunca dando acesso a toda e qualquer pessoa que porventura possa ter acesso à rede wi-fi local.

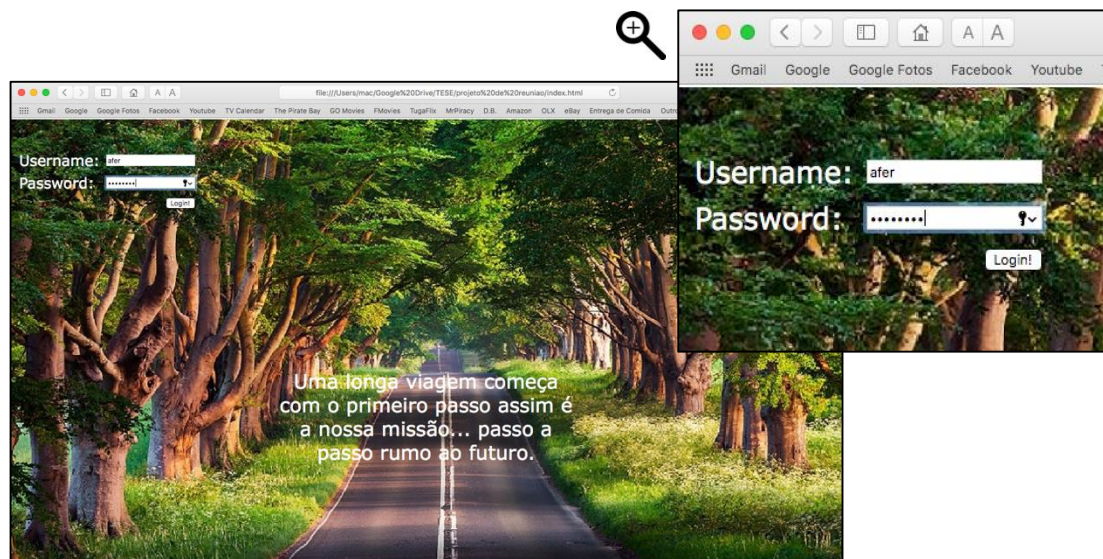


Figura 52 - Index do Quiosque de Informação

Seguidamente foi criado um ecrã inicial Figura 53, tendo em vista uma aplicação em ecrã touchscreen, com dois ícones principais clicáveis.

O primeiro, o ícone dos clientes, contém a informação em uma só página de uma lista de clientes passíveis de escolha.



Figura 53 - Página Base do Quiosque de Informação

Com a escolha do cliente, que, para efeito de continuidade, será o Grupo SEB aparecerá os produtos que a empresa produz para o referido cliente, Figura 54, com a escolha em cada um de consultar:

- Ficha de Especificação do Cliente;
- Ficha de Abastecimento;
- Ficha de Vista Explodida;
- Ficha de Layout;
- Qualidade.

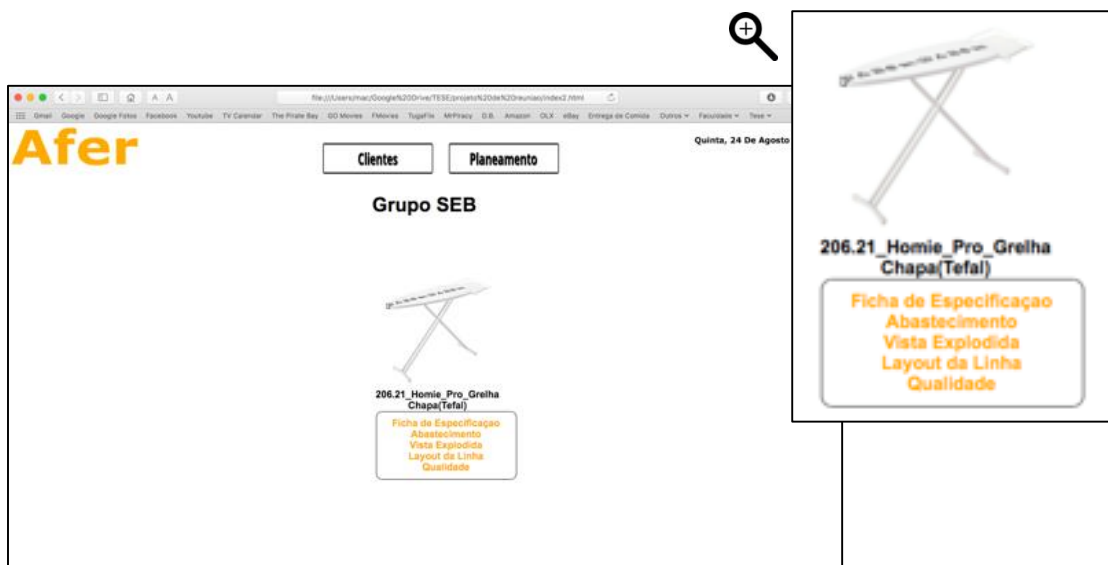


Figura 54 - Secção do Cliente do Quiosque de Informação

Após escolher o que é pretendido visualizar serão levantadas as fichas apresentadas nos capítulos anteriores. De notar que as fichas de abastecimento foram desenvolvidas em paralelo um colega de trabalho (Martins, 2017). A opção de qualidade será para um futuro em que se pretenda acrescentar à plataforma um registo e controlo da qualidade de cada produto.

Acredita-se que com a implementação desta plataforma de consulta os ganhos obtidos na diminuição do tempo improdutivo de mudança de layout e na consulta da especificação do cliente poderiam ser significativamente superiores.

Para finalizar esta aplicação é preciso definir o equipamento necessário, seja um monitor em cada linha de montagem seja uma projeção em tela única visível a todas as linhas, e concluir se a melhoria é válida se os ganhos superiorizam os gastos.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES  
DE INFORMAÇÃO**



## Bibliografia

- Ávila, P. (2015). *Tipologias de um Sistema Produtivo*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Afer. (2017). *Tábuas de Passar a Ferro | Afer*, Consultado a 28 de Maio de 2017 em <http://www.afertechnik.com>.
- Furterer, S. L. (2009). *Lean Six Sigma in Service*. CRC Press.
- George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma - Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*. McGraw-Hill.
- Gonçalves, J. (2010). *Gestão de Aprovisionamentos* (2a Edição ed.). PublIndústria.
- Gwiazda, A. (2006). *Quality tools in a process of technical project management*. Journal of Achievements in Material and Manufacturing Engineering.
- Hambleton, L. (2008). *Six Sigma - Growth Methods, Tools and Best Practices*. Prentice Hall.
- Jackson, T. L. (2009). *5S for Healthcare*. CRC Press.
- Kothary, C. R. (2004). *Reserch Methodology - Reserch and Methods*. New Age International Publishers.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles Grom the World's Greatest Manufacturer*. University of Michigan.
- Martins, V. (2017). *Melhoria do Sistema de Abastecimento às Linhas de Montagem*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Moreira, F. A. (2010). *Towards Eco-efficient Lean Production Systems*. IFIP.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly - Designig, Constructing and Managing a Lean Assembly Line*. Taylor & Francis.
- Orzen, S. C. (2011). *Lean It - Enabling and Sustaining Your Lean Transformation*. CRC Press.
- P. H., P. F., G. G., & R. H. (2008). *Staying Lean - Triving, not just surviving*. Lean Enterprise Reserch Centre - Cardiff University.
- Pascal, D. (2010). *The Remedy - A tale of one company's Journey from Crisis to Renewal*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook*. McGraw-Hill.
- Raman, D., Sev V. Nagalingam, & Grier C. I. Lin. (2007). *Towards measuring the effectiveness of a facilities layout*. ELSEVIER.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Silva, M. (2007). *Estudos de Tempos e Métodos - A medida do Trabalho*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Silva, M. (2007). *Princípios da Economia de Movimentos*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that changed the World*. Collier Macmillian Canada.



# ANEXOS

ANEXO A - Planta da Montagem com as 4 Linhas de Produção

ANEXO B – Quantidades de Tábuas de Engomar Produzidas x Linhas x Mês em 2016

ANEXO C – Planeamento Projeto de

ANEXO D – Planta da Montagem Parte 1

ANEXO E – Planta da Montagem Parte 2

ANEXO F – Diagrama Spaghetti das movimentações de cada Linha e levantamento das Tomadas Elétricas e de Ar Comprimido

ANEXO G – Maquete 3D final do Layout da Secção da Montagem

ANEXO H – Folha de Cronometragem

ANEXO I – Ficha de Especificação do Cliente para a tábua 206.21SEB – Homie c/ grelha PRO

ANEXO J – Ficha de Vista Explodida Homie Pro – Grupo SEB

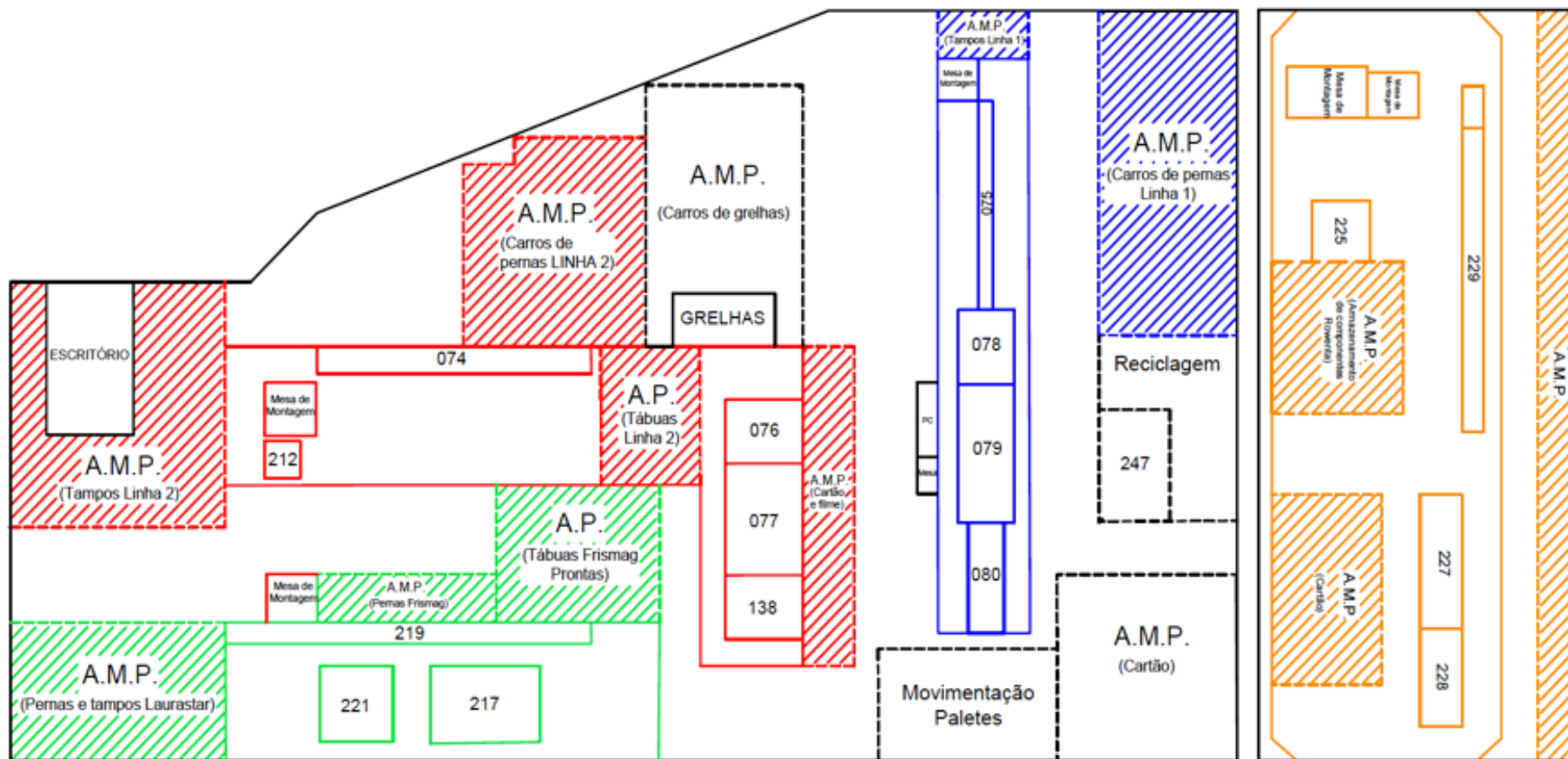
ANEXO K – Ficha de Layout Linha 2 Padrão

ANEXO L – Instrução de trabalho de mudança layout Linha 2 para Laurastar

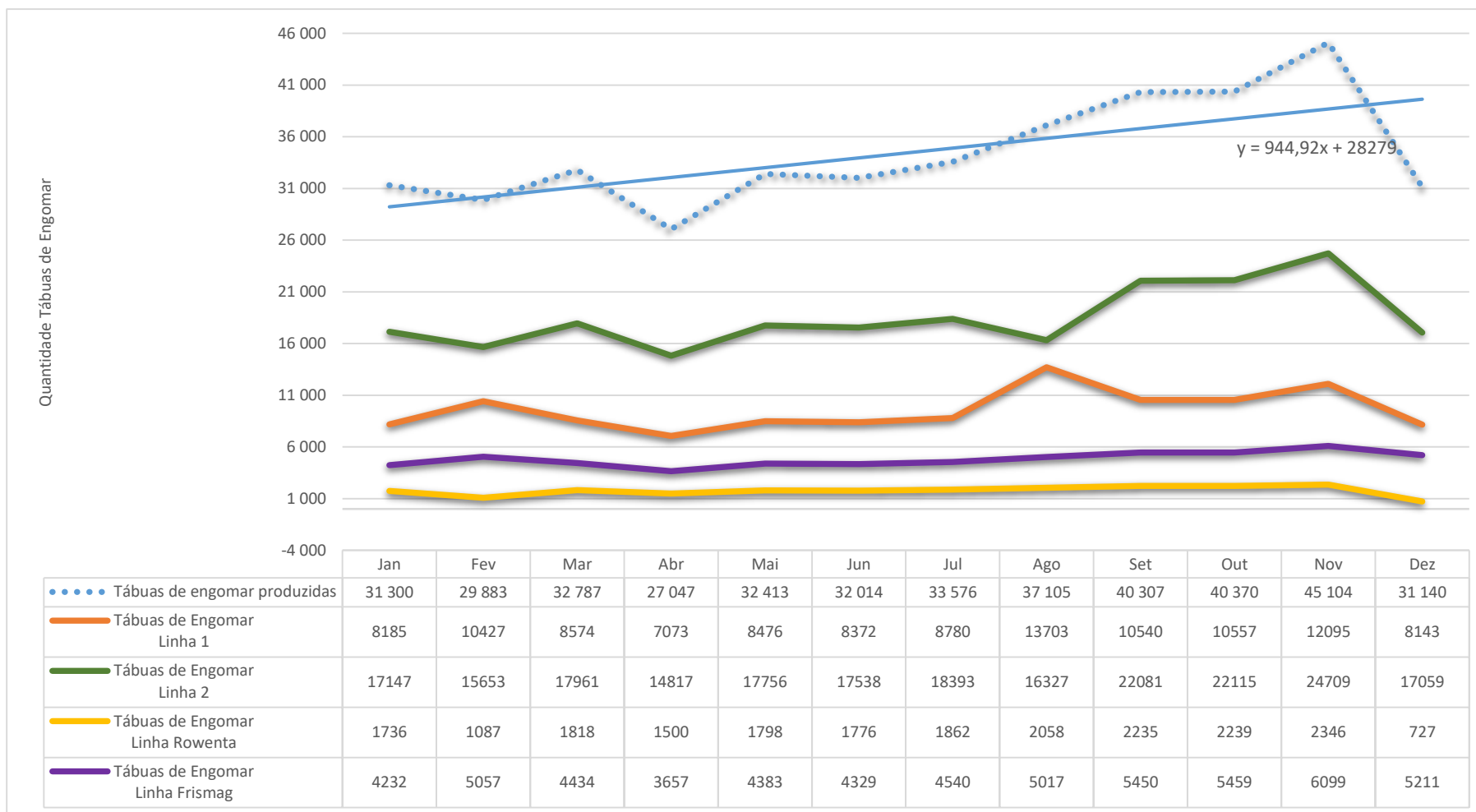


## ANEXOS

### ANEXO A - Planta da Montagem com as 4 Linhas de Produção



## ANEXO B – Quantidades de Tábuas de Engomar Produzidas x Linhas x Mês em 2016



## ANEXO C – Planeamento Projeto de Mudança do Layout da Secção da Montagem

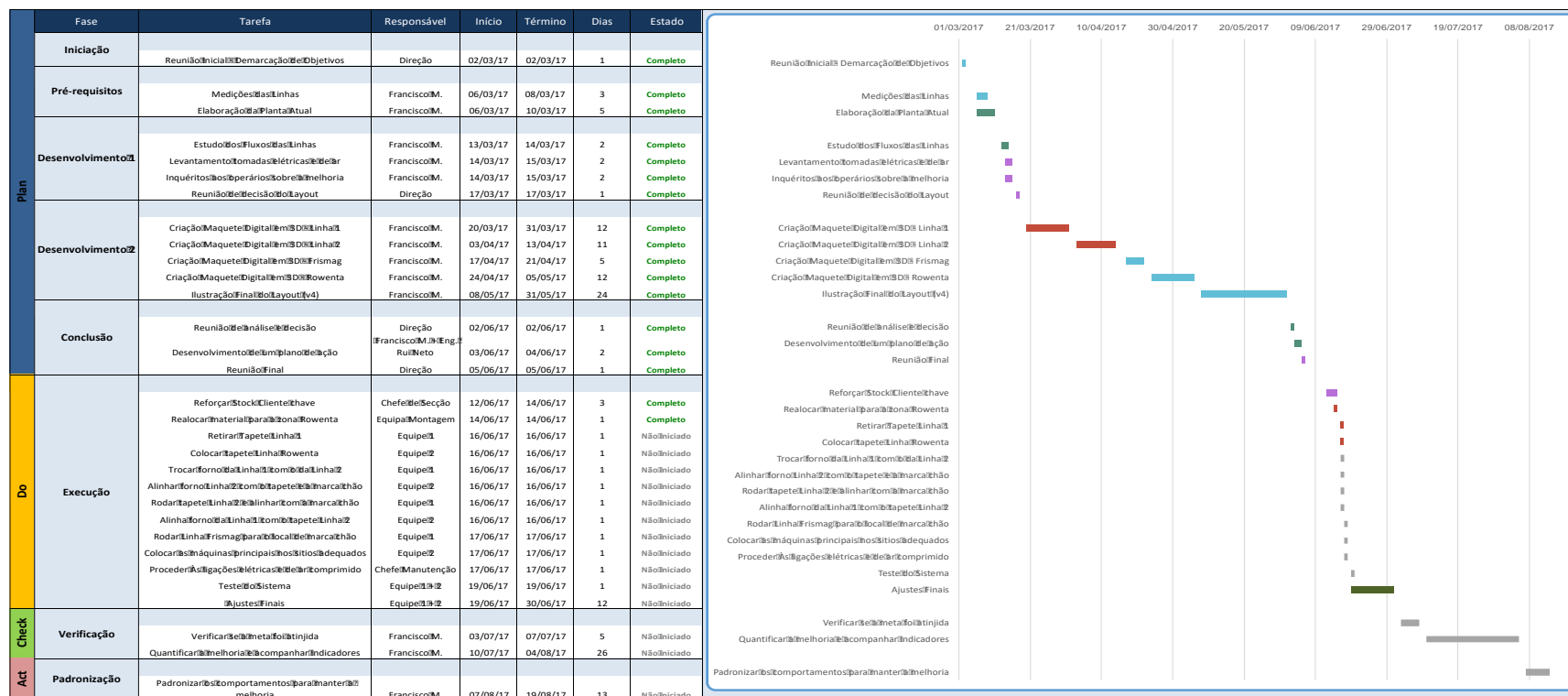
### Mudança do Layout da Secção da Montagem

Nome do Projeto: Mudança de Layout  
 Nome do Gerente: Eng. Rui Neto  
 Prazo do Projeto: 14 de Junho de 2017

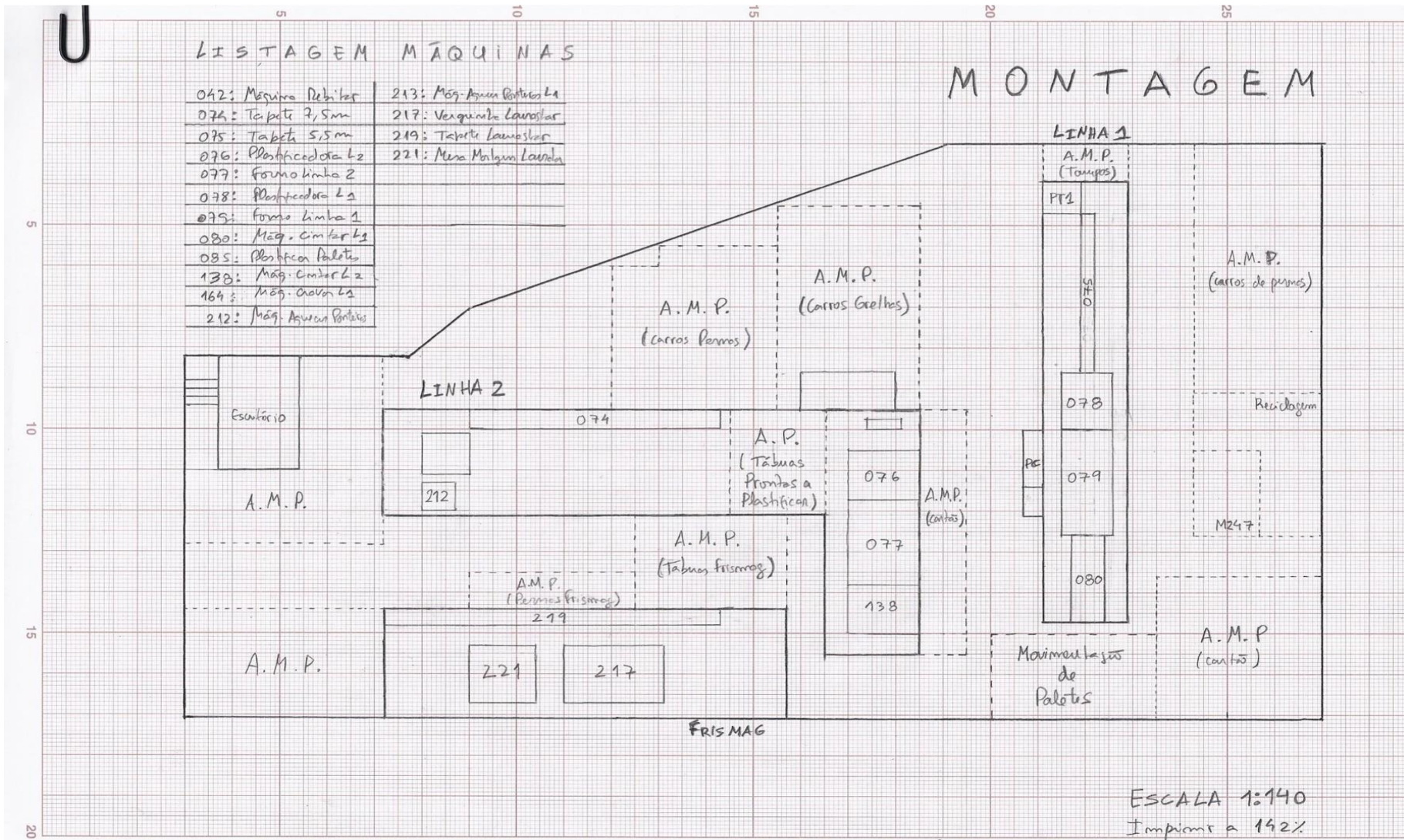
Início do Projeto: 1 de Março  
 Término: 17 de Junho



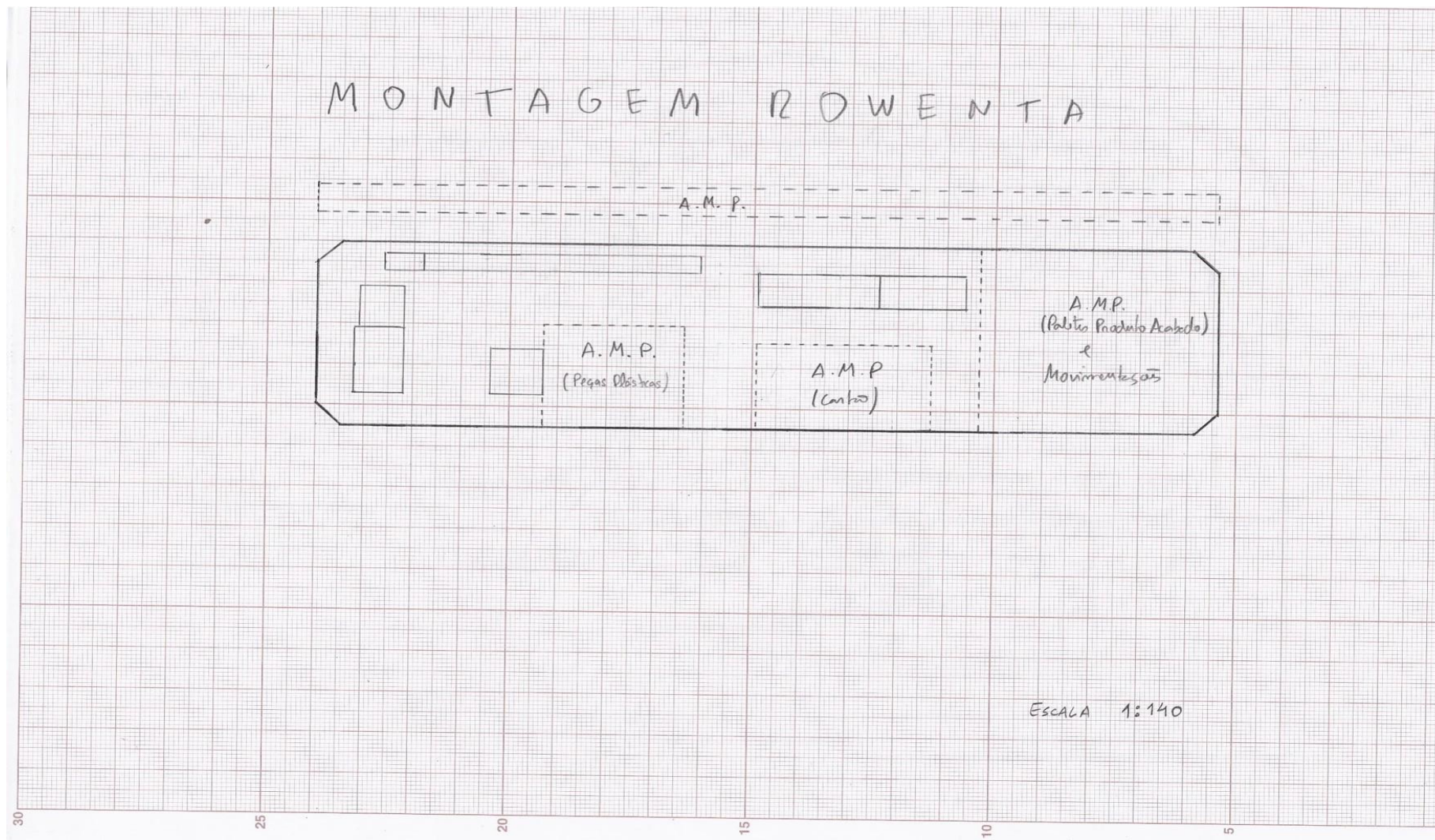
# Afer



ANEXO D – Planta da Montagem Parte 1



## ANEXO E – Planta da Montagem Parte 2





## ANEXO G – Maquete 3D final do Layout da Secção da Montagem



ANEXO H – Folha de Cronometragem

FOLHA DE OBSERVAÇÃO

OPERAÇÕES	NÚMERO DO REGISTO															TEMPO MÍNIMO	TEMPO MÉDIO (CT)	FATOR DE RITMO	CONCESSÕES	FATOR DE CONCESSÕES	TEMPO PADRÃO (ST)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
1. Informação da referência da tábua a produzir e suas especificações.	28	23	17	19	34	22	48	36	32	36	24	46	41	32	59	17	35,50	1	BASIC FATIGUE MENTAL STRAIN	1,08	38,34
	28	23	17	19	34	22	48	36	32	36	24	46	41	32	59						
2. Mudança do local da máquina de cravar.	43	47	51	42	64	64	44	48	50	61	49	54	31	57	38	31	53,07	1	USE OF FORCE ATMOSFERIC CONDITIONS	1,08	57,32
	71	70	68	61	98	86	92	84	82	97	73	100	72	89	97						
3. Ligação das máquinas de rebitar e de aparafusar.	50	59	64	41	85	48	63	92	63	71	45	79	44	43	70	41	65,50	1	BAD LIGHT	1,02	66,81
	121	129	132	102	183	134	155	176	145	168	118	179	116	132	167						
4. Colocação de mesas de montagem	43	51	44	33	34	34	36	52	54	49	54	49	59	30	45	30	47,64	1	USE OF FORCE	1,03	49,07
	164	180	176	135	217	168	191	228	199	217	172	228	175	162	212						
5. Assemblagem de novos postos de trabalho.	0	311	387	0	0	494	256	0	425	0	220	0	462	363	0	0	208,43	1	USE OF FORCE MENTAL STRAIN	1,07	223,02
	164	491	563	135	217	662	447	228	624	217	392	228	637	525	212						
6. Dúvidas no abastecimento dos componentes.	148	193	205	279	143	288	146	244	289	161	270	184	185	238	274	143	231,93	1	MENTAL STRAIN	1,04	241,21
	312	684	768	414	360	950	593	472	913	378	662	412	822	763	486						

ST 675,76  
0:11:16

EQUAÇÕES E PRESSUPOSTOS BIBLIOGRÁFICOS

$$n = \left( \frac{Zs}{A\bar{x}} \right)^2$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n'}{n' - 1}}$$

$$CT = \frac{\sum \text{tempo}}{\text{nciclos}}$$

$$NT = CT \times PR$$

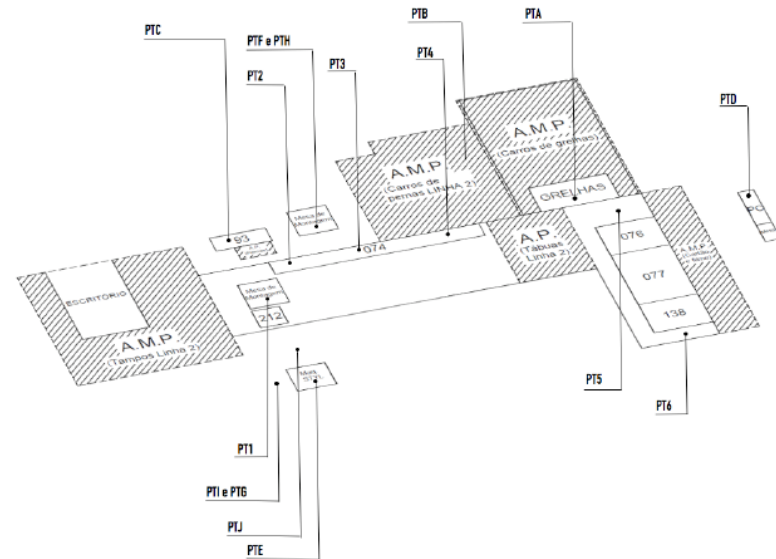
$$ST = NT \times AF$$

*n* - número de cronometragens a efectuar  
 $\bar{x}$  - valor médio das observações já realizadas  
*A* - precisão pretendida para o resultado final  
*Z* - valor da curva normal determinado para o valor do grau de confiança pretendido  
*s* - desvio padrão das observações já realizadas  
*n'* - número de cronometragens já efectuadas

A. Constant allowances:			
1 Personal allowance	5		
2 Basic fatigue allowance	4		
B. Variable allowances:			
1 Standing allowance	2		
2 Abnormal position allowance:			
a. Slightly awkward	0		
b. Awkward (bending)	2		
c. Very awkward (lying, stretching)	7		
3 Use of force, or muscular energy (lifting, pulling, or pushing):			
Weight lifted, pounds:			
5	0		
10	1		
15	2		
20	3		
25	4		
30	5		
35	7		
40	9		
45	11		
50	13		
60	17		
70	22		

4 Bad light:			
a. Slightly below recommended	0		
b. Well below	2		
c. Quite inadequate	5		
5 Atmospheric conditions (heat and humidity) - variable	0-100		
6 Close attention:			
a. Fairly fine work	0		
b. Fine or exacting	2		
c. Very fine or very exacting	5		
7 Noise level:			
a. Continuous	0		
b. Intermittent - loud	2		
c. Intermittent - very loud	5		
d. High pitched - loud	5		
8 Mental strain:			
a. Fairly complex process	1		
b. Complex or wide span of attention	4		
c. Very complex	8		
9 Monotony:			
a. Low	0		
b. Medium	1		
c. High	4		
10 Tediumness:			
a. Rather tedious	0		
b. Tedious	2		
c. Very tedious	5		

LINHA MONTAGEM 2



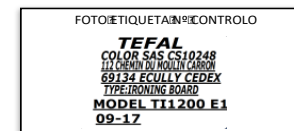
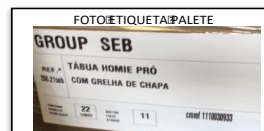
## ANEXO I – Ficha de Especificação do Cliente para a tábua 206.21SEB – Homie c/ grelha PRO

## FICHA DE ESPECIFICAÇÕES DE CLIENTE

CLIENTE: **TEFAL Grupo SEB** Nº CLIENTE/PHC: **1229**REF# **206.21SEB** DESIGNAÇÃO: **Homie Pro com grelha de chapa**COD. BARRAS: **1110030933**PINTURA TAMPO: **BRANCO**PINTURA PERNAS: **BRANCO**CÓR SILICONES: **-**CÓR TERMINAIS: **BRANCO**ACESSÓRIOS: **N/A****N/A**

INFO ADICIONAL: Tampo Homie 1240x400x0,8mm, Grelha Pro metal 330x280x0,8mm, Pernas 22x0,8x30x0,8mm, Terminais 30mm brancos.

EMBALAGEM: Tabuas embaladas em filme retrátil, em caixa de cartão 2x2, colocadas em meias paletes (80x60 cm) 22 Unidades por Pallet.

DIMENSÕES UN.: **46x7,5x162cm**PESO UN.: **6,5kg**QUANT. PLAST.: **2**DIMENSÕES PALETE: **120x80x177cm**QUANT. PALETE: **22**PESO TOTAL PALETE: **163kg**APROVADO: \_\_\_\_\_ Nº REVISÃO: **1** DATA: **20/02/17**

## ANEXO J – Ficha de Vista Explodida Homie Pro – Grupo SEB

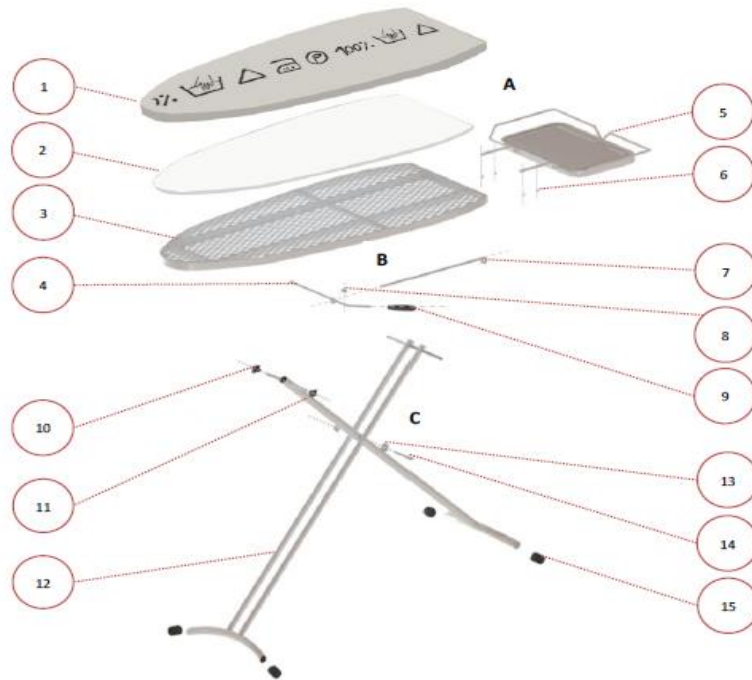
## FICHA DE VISTA EXPLODIDA HOMIE PRO GRUPO SEB

CLIENTE: TEFAL Grupo SEB Nº CLIENTE PHC: 1229  
 REFª 206.21SEB DESIGNAÇÃO: Homie Pro com grelha de chapa  
 COD. BARRAS: 1110030993

FUTE - Fábrica de Utilidades e Tubo, Lda

**Afer**

Vista Explodida Homie Pro com grelha de chapa



Nº e DESIGNAÇÃO:

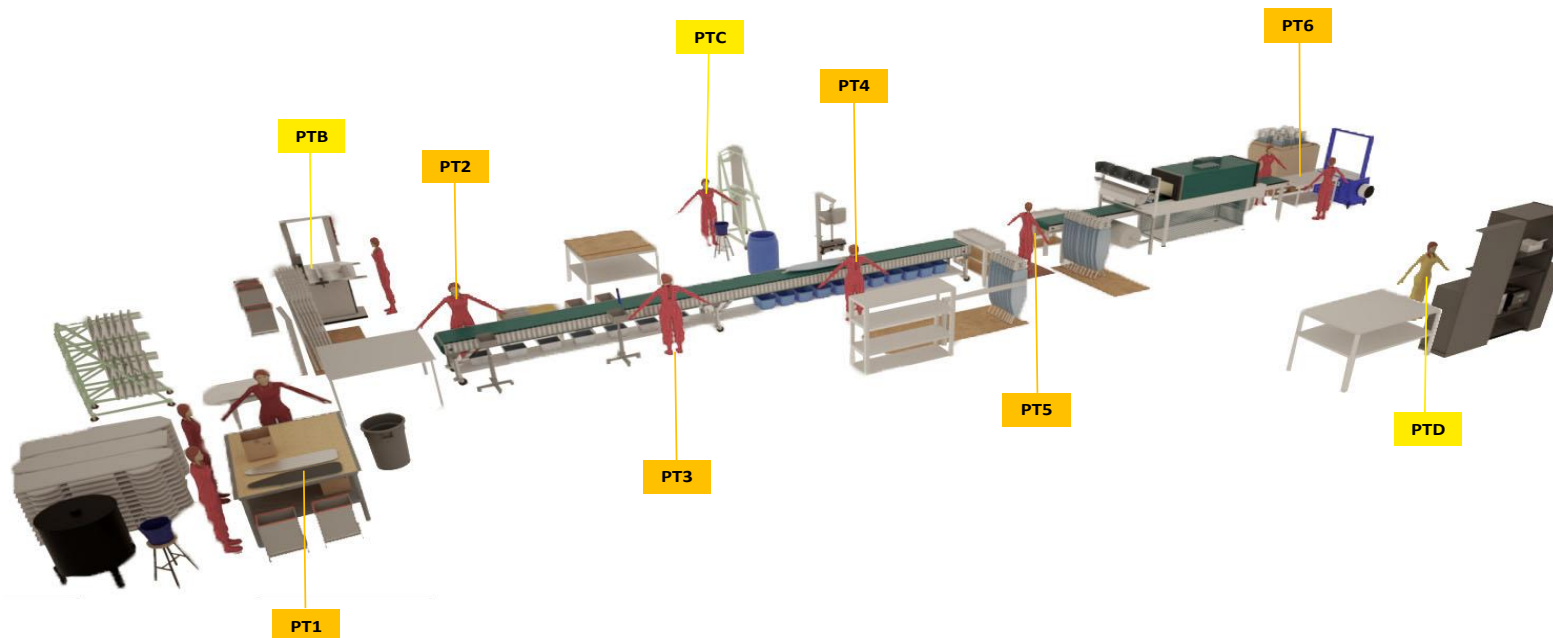
1	TECIDO
2	ESPUMA PN17-20RB - 1210x440x5
3	TAMPO HOMIE
4	TRAVÃO HOMIE
5	GRELHA PRO METAL
6	Rebite POP Alumínio 5x12 (x4)
7	VARETA DO TRAVÃO
8	Mola torção Zn. E 14x104
9	Terminal 8 mm Manip. PRETO
10	PLÁSTIC. CORREDIÇA (x2)
11	PERNA PEQUENA HOMIE
12	PERNA GRANDE HOMIE
13	Anilha 1/2 Cana 22 mm Metaliz. (x2)
14	Rebite S.F Zn 8x81 Cab.Chata 12 mm
15	Terminal 30 Red.Ext. PRETO (x4)
-	Filme retráctil 550x50 myc
-	Rótulo 4210101927656
-	ETIQ. Nº CONTROLO

APROVADO: Eng. Rui Neto Nº REVISÃO: 1 DATA: 01/08/16

Página 1 de 1

## ANEXO K – Ficha de Layout Linha 2 Padrão

FUTE - Fábrica de Utilidades e Tubo, Lda

**Afer**Layout válido para: **Elegance, Ergon, Fresh, Homie, Maxi, Primera e Suprema**

**PT1** Colocação do tecido e da espuma no tampo.  
Colocação do travão + mola + manípulo

**PT2** Colocação das pernas + peça preta + vareta(s) +  
grelha

**PTB** Cravagem das pernas + anilhas + cravo

**PT3** Fixação por rebite da grelha ao tampo

**PT4** Cravagem e fixação das pernas ao tampo. Colocação  
de etiqueta de controlo.

**PTC** Colocação dos terminais

**PT5** Controlo da tábua aberta. Colocação de cartão protetor  
entre as pernas e a grelha (Consultar Fich. Espec.) e  
passagem da tábua em filme

**PT6** Paletização. Consultar ficha de especificação para  
informações sobre quantidades, tamanho da paleta,  
características, etc.

**PTD** Impressão das etiquetas de controlo e das etiquetas da  
paleta ou da caixa

APROVADO: Eng. Rui Neto Nº REVISÃO: 1 DATA: 03/03/17

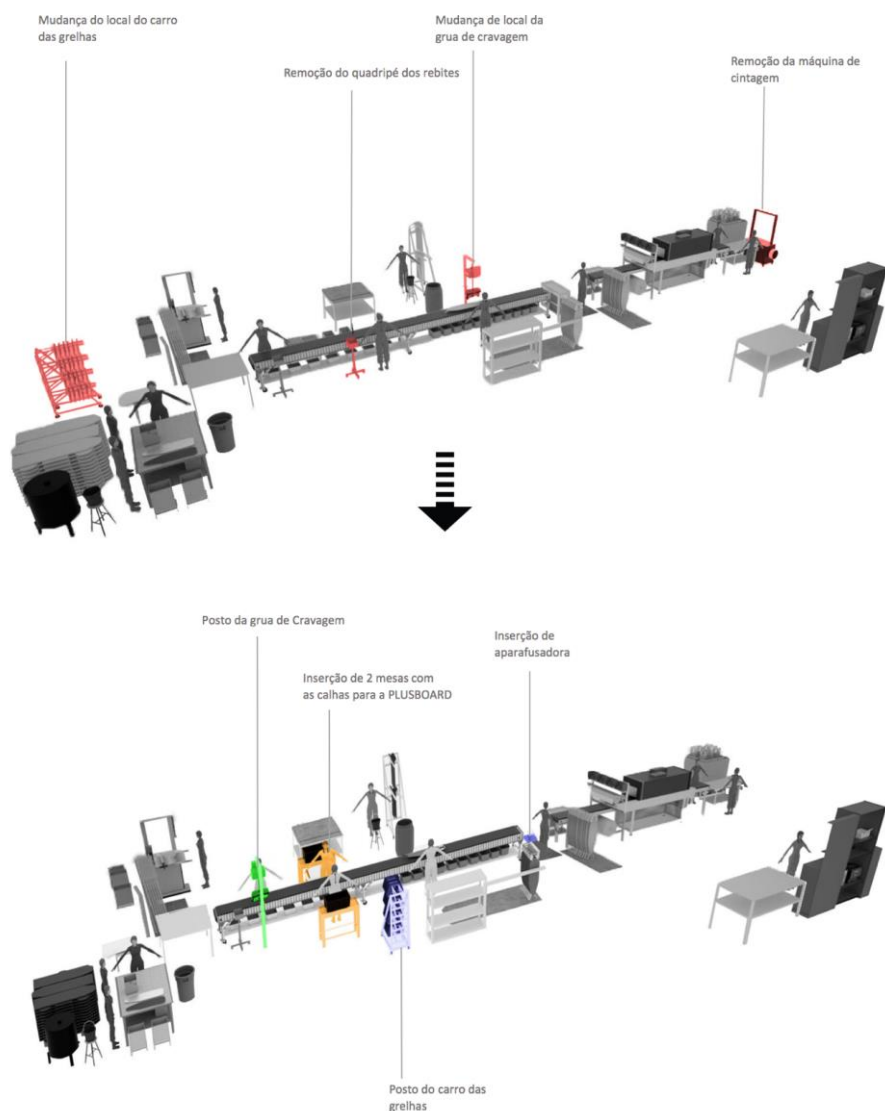
Página 1 de 1

## ANEXO L – Instrução de trabalho de mudança layout Linha 2 para Laurastar

<b>FUTE</b> Fábrica de Utilidades de Tubo, S.A.	<h2>MUDANÇA DA LINHA 2 PADRÃO PARA LAURASTAR</h2>
---	---

A mudança de linha deve ser supervisionada pelo chefe da secção da Montagem Sr. Carlos Henriques e pelo responsável do abastecimento Sr. Jesualdo.

A preparação da mudança deve ser iniciada entre 10 a 15 minutos antes com o abastecimento de materiais e maquinaria necessários para a montagem da tábua seguinte. As principais mudanças de layout estão ilustradas na figura abaixo, sendo a figura de cima a linha 2 no seu formato padrão e a figura de baixo a linha 2++ preparada para montar as tábuas Plusboard e Confortboard do cliente Laurastar.



Mod. 10371

REVISÃO: 2 2017/04/28	ELABORADO FRANCISCO M.	APROVADO ENG. RUI NETO	INSTRUÇÃO DE TRABALHO IT.239	1/1
--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------------	-----