



## MELHORIA DO PLANEAMENTO E ABASTECIMENTO À MONTAGEM

**NUNO MIGUEL DA MOTA LOPES**

Outubro de 2015

# MELHORIA DO PLANEAMENTO E ABASTECIMENTO À MONTAGEM

*Nuno Miguel Mota Lopes*

Dissertação de Mestrado

Orientador: Professor Doutor Paulo António Ávila

Coorientador: Professor Doutor João Bastos



Mestrado em Engenharia Mecânica

Área de Especialização de Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2015



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

Candidato: Nuno Miguel Mota Lopes N° 1100760, 1100760@isep.ipp.pt

Orientação científica: Eng.º Paulo António da Silva Ávila, psa@isep.ipp.pt

Coorientação científica: Eng.º João Augusto de Sousa Bastos, jab@isep.ipp.pt

Empresa: FUTE – Fábrica de Utilidades de Tubo, SA

Supervisão: Eng.º Rui Neto, rneto@afer.pt



Mestrado em Engenharia Mecânica

Área de Especialização de Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

16 de outubro de 2015

Este trabalho é dedicado aos meus Pais

## *Agradecimentos*

Em primeiro lugar queria agradecer aos meus Pais e restante família, pelo apoio incondicional e por todos os sacrifícios que fizeram por mim ao longo de todos estes anos, pois sem eles seria impossível chegar até este momento.

Á minha namorada Joana Soares, por toda ajuda prestada nas diferentes etapas neste estágio, que sem a menor dúvida, foi fundamental para conseguir concluir este projeto.

Ao Professor Doutor Paulo Ávila, orientador académico do ISEP, pela oportunidade apresentada e pela disponibilidade demonstrada ao orientar as diversas etapas que compuseram esta dissertação de estágio. Queria também agradecer ao coorientador, o Professor Doutor João Bastos.

Um agradecimento especial à empresa FUTE, em particular à D. Ana Ferreira, por ter proporcionado esta oportunidade e pelos recursos disponibilizados.

Ao Eng<sup>o</sup> Rui Neto e à Eng<sup>a</sup> Elisabete Santos por todo o auxílio e colaboração nos vários projetos desenvolvidos.

Quero também expressar o meu profundo agradecimento ao António José, ao Manuel Machado, à Fabiana Moreira, ao Carlos e ao Messias, pela sua colaboração na conceção e implementação das diferentes propostas apresentadas.

Ao Ricardo Silva e Tiago Silva, colegas de estágio, pela ajuda e motivação ao longo de todo o estágio.

Por fim, não podia deixar de agradecer a todos os meus amigos que estiveram sempre presentes e que comigo partilharam tanto bons como maus momentos.



## *Resumo*

Para conseguir responder às exigências atuais dos mercados, as indústrias necessitam de ser flexíveis, ou seja, é necessário terem a capacidade de adaptar o seu funcionamento e os seus produtos às alterações que se sucedem. Como forma de responder a este facto, o funcionamento da empresa assenta numa produção flexível para conseguir que os seus produtos que abranjam diferente o maior número possível de clientes. No entanto esta metodologia tem apresentado alguns problemas na sua implementação, por isso com o objetivo de obter uma produção mais eficaz e eficiente, a empresa tem canalizado esforços para a melhoria contínua das linhas de montagem.

O trabalho desenvolvido na FUTE está enquadrado com a melhoria contínua e visa o processo de abastecimento dos diversos materiais necessários para a produção, característica fundamental para que as linhas possam produzir de forma contínua.

Este estudo iniciou-se por analisar o método de abastecimento e identificar os seus problemas e causas, para que posteriormente com o auxílio dos conhecimentos adquiridos, fosse possível conceber soluções.

Os resultados apresentados neste trabalho demonstram que as melhorias implementadas a nível de organização de armazéns, métodos de trabalho e meios de transporte de materiais permitem diminuir o tempo e os recursos necessários durante o processo de abastecimento, além de melhorar condições de trabalho dos operários.

### *Palavras-Chave*

FUTE, abastecimento, linhas de montagem, gestão visual, ergonomia, estudo de tempos



## *Abstract*

In order to successfully answer the market's current demands, industries need to be flexible, so it's necessary to have the capacity to adapt their functioning and their products to the following alterations. As a way of responding to this fact, the functioning of a company is based on a flexible production in order to assure that its products cover the widest range possible of costumers. However, this methodology has presented some problems in its implementation, so with the goal of obtaining a more effective and efficient production, the company has joined efforts for the continuous improvement of the assembly lines.

The work developed in FUTE is based on a continuous improvement and aims for the filling process of the various materials needed for the production, a fundamental characteristic so that the lines may produce continually.

This study started out by analysing the supplying method and identifying its problems and causes, so that posteriorly, with the aid of acquired knowledge, one could conceive solutions.

To sum up, the results presented in this file demonstrate that the improvements implanted at the level of organization of warehouses, work methods and means of materials' transportation allow the decrease of time and of resources needed during the supplying process, as well as providing better working conditions for the operators.

### ***Keywords***

FUTE, supply chain, assembly lines, visual management, ergonomics, time analysis



# Índice

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>XIV</b>
<b>ÍNDICE DE EQUAÇÕES .....</b>	<b>XVI</b>
<b>SIGLAS.....</b>	<b>XVII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. METODOLOGIA USADA.....	2
1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	3
<b>2. A EMPRESA .....</b>	<b>5</b>
2.1. HISTÓRIA DA EMPRESA.....	5
2.2. PRODUTOS E CLIENTES .....	7
2.3. CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO .....	10
2.4. ESPECIFICAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM.....	14
2.4.1. <i>Linha 1 e 2.....</i>	<i>14</i>
2.4.2. <i>Linha escadotes metálicos.....</i>	<i>18</i>
2.4.3. <i>Linha laurastar.....</i>	<i>19</i>
2.4.4. <i>Linha rowenta.....</i>	<i>23</i>
2.5. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	25
<b>3. REVISÃO TEÓRICA DE FERRAMENTAS DE APOIO AO ESTUDO DO PROCESSO .....</b>	<b>27</b>
3.1. 5S.....	27
3.2. BALANCEAMENTO DAS LINHAS.....	29
3.3. CLASSIFICAÇÃO ABC.....	31
3.4. ECONOMIA DE MOVIMENTOS.....	33
3.5. FILOSOFIA <i>LEAN</i> .....	34
3.6. GESTÃO VISUAL.....	39
3.7. MEDIDA DO TRABALHO.....	39
3.7.1. <i>Amostragem do trabalho .....</i>	<i>40</i>

3.7.2.	<i>Estudo dos tempos por cronometragem.....</i>	42
3.8.	MODELO DE ESTUDO DO TRABALHO.....	46
3.9.	PICKING.....	47
<b>4.</b>	<b>PROPOSTAS DE MELHORIA.....</b>	<b>49</b>
4.1.	MELHORIA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LINHAS.....	49
4.1.1.	<i>Melhoria do sistema de transporte de pernas.....</i>	49
4.1.2.	<i>Melhoria do meio de transporte de pernas rowenta.....</i>	62
4.1.3.	<i>Proposta de melhoria do transporte de tampos.....</i>	65
4.1.4.	<i>Melhoria da organização do armazém de materiais 1.....</i>	67
4.1.5.	<i>Melhoria da organização do armazém de materiais 2.....</i>	70
4.1.6.	<i>Proposta de melhoria da organização de componentes da linha laurastar.....</i>	73
4.1.7.	<i>Alteração das identificações das caixas dos travões.....</i>	78
4.1.8.	<i>Melhoria no sistema de identificação de peças na pintura.....</i>	82
4.1.9.	<i>Melhoria do modelo de abastecimento.....</i>	83
4.2.	MELHORIAS NO PROCESSO DA LINHA 2.....	93
4.2.1.	<i>Proposta de melhoria do layout da linha 2.....</i>	93
4.2.2.	<i>Proposta para melhoria do processo da máquina M165.....</i>	95
4.2.3.	<i>Proposta para melhoria do processo de embalagem.....</i>	100
4.2.4.	<i>Proposta para melhoria do processo de produção da tábua styl.....</i>	102
4.2.5.	<i>Proposta para melhoria no processo de produção da tábua maxi plus.....</i>	104
4.3.	PROPOSTAS NA LINHA DOS ESCADOTES.....	106
4.3.1.	<i>Melhoria do layout da linha dos escadotes confort.....</i>	106
4.4.	QUADRO SÍNTESE.....	109
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>111</b>
5.1.	BALANÇO GLOBAL DO TRABALHO REALIZADO.....	111
5.2.	PROPOSTAS A CONSIDERAR NO FUTURO.....	112
	<b>REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....</b>	<b>113</b>
	<b>ANEXO A. DIAGRAMA DE FLUXO PARA A TÁBUA MAXIPLUS ELECTRIC.....</b>	<b>116</b>
	<b>ANEXO B. DESENHO TÉCNICO DO CARRO UNIVERSAL PROJETADO.....</b>	<b>120</b>
	<b>ANEXO C. CÁLCULO DO PREÇO DO PROCESSO DE ALTERAÇÃO DOS VEÍCULOS.....</b>	<b>121</b>
	<b>ANEXO D. DESENHO TÉCNICO DA ESTRUTURA PARA TAMPOS.....</b>	<b>122</b>
	<b>ANEXO E. CÁLCULO DA ÁREA NECESSÁRIA PARA O STOCK EXISTENTE.....</b>	<b>123</b>
	<b>ANEXO F. CÁLCULO DA TAXA DE OCUPAÇÃO DA ESTANTE (1300X1800).....</b>	<b>125</b>
	<b>ANEXO G. CÁLCULO DA TAXA DE OCUPAÇÃO DA ESTANTE (800X1800 / 1500X1800).....</b>	<b>126</b>
	<b>ANEXO H. CÁLCULO DA TAXA DE OCUPAÇÃO DA ESTANTE (800X1800 / 1500X1800 / 1100X1800).....</b>	<b>127</b>
	<b>ANEXO I. CÁLCULO DA TAXA DE OCUPAÇÃO DA ESTANTE (800X1800 / 1500X1800 / 1100X1800 COM 4 PATAMARES).....</b>	<b>128</b>

<b>ANEXO J. ÁREA NECESSÁRIA DE ACORDO COM O MATERIAL RECEBIDO ATÉ JULHO DE 2015.....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO K. ÁREA NECESSÁRIA DE ACORDO COM AS NECESSIDADES SEMANAIS .....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO L. DESENHO TÉCNICO DA ESTANTE PROJETADA PARA A LINHA LAURASTAR... 134</b>	
<b>ANEXO M. ORÇAMENTO PARA CHAPAS ZINCADAS PEDIDO À ALVES &amp; CAETANO, LDA .....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXO N. LISTAGEM DE COMPONENTES QUE SÃO ABASTECIDOS CONTINUAMENTE (LINHA 1) .....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO O. LISTAGEM DE COMPONENTES QUE SÃO ABASTECIDOS CONTINUAMENTE (LINHA 2) .....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXO P. DESENHO TÉCNICO DA PLATAFORMA GIRATÓRIA PARA A M165.....</b>	<b>139</b>
<b>ANEXO Q. LAYOUT ORIGINAL DA SECÇÃO DOS ESCADOTES CONFORT (COM CONTAS) 140</b>	
<b>ANEXO R. LAYOUT PROPOSTO PARA A SECÇÃO DOS ESCADOTES CONFORT (COM COTAS) .....</b>	<b>141</b>



## Índice de Figuras

Figura 1 - Fachada principal da fábrica .....	5
Figura 2 - Imagens das principais gamas de tábuas comercializadas .....	8
Figura 3- Imagens das principais gamas de escadotes comercializadas .....	9
Figura 4 - Diagrama fluxo global da fábrica .....	11
Figura 5 – Alguns dos principais produtos produzidos na serralharia.....	12
Figura 6 - Diagrama de fluxo global da secção da pintura.....	13
Figura 7 - diagrama de fluxo global da secção da zincagem.....	13
Figura 8 - <i>Layout</i> da linha 1 com os respetivos postos de trabalho.....	15
Figura 9 - <i>Layout</i> da linha 2 e respetivos postos de trabalho .....	15
Figura 10 - Diagrama de fluxos da linha 1 (para produzir uma tábua de <i>simple</i> ).....	16
Figura 11 - Diagrama de fluxos da linha 1 (para produzir uma tábua <i>plusboard</i> ).....	17
Figura 12 - <i>Layout</i> da linha dos escadotes metálicos e respetivos postos de trabalho .....	18
Figura 13 - <i>Layout</i> da linha <i>Laurastar</i> com os respetivos postos de trabalho .....	21
Figura 14 - Diagrama de fluxos da linha <i>laurastar</i> (para produzir uma tábua <i>s7</i> ).....	22
Figura 15 - <i>Layout</i> da linha <i>rowenta</i> com os respetivos postos de trabalho.....	23
Figura 16 - Diagrama de fluxo da linha <i>rowenta</i> (para produzir uma tábua <i>p3d</i> ).....	24
Figura 17 - Modelo 3D dos veículos existentes .....	49
Figura 18 - Vários carros de transporte para diferentes gamas de pernas.....	50
Figura 19 - Modelo 3D do carro universal concebido .....	51
Figura 20 - Carro com chapa de chapa inalterada.....	54
Figura 21 - Carro com base de chapa já reforçada.....	54
Figura 22 -Carro com roda já soldada aos reforços aplicados.....	54
Figura 23 - Comparação entre a estrutura original e a modificada .....	55
Figura 24 - Comparação entre os tubos usados .....	56
Figura 25 - Batente acrescentado no final de cada apoio.....	56
Figura 26 - Terminal a revestir o batente para não danificar as peças.....	57
Figura 27 - Carro com suportes revestidos a <i>nylon</i> .....	58
Figura 28 - Grupo de seis carros a ser alterado.....	60
Figura 29 - Carro universal .....	61
Figura 30 - Exemplo de rodas que irão aplicadas na estrutura .....	63
Figura 31 - Estrutura original (esquerda) e estrutura já com as rodas aplicadas (direita).....	64
Figura 32 - Queda de tampo que estavam armazenados.....	65
Figura 33 - Modelo 3d da estrutura projetada para os tampos.....	66
Figura 34 - Componentes e carros de transporte armazenados em AM1 .....	67

Figura 35 - <i>layout</i> do AM1 com as alterações propostas .....	68
Figura 36 - <i>layout</i> do AM1 .....	68
Figura 37 - Cadeados de plástico e pilares que compõem as fronteiras entre cada secção .....	69
Figura 38 - Organização do AM1 já com as secções definidas.....	69
Figura 39 - Outros componentes armazenados juntamente com os tampos .....	70
Figura 40 - Exemplo de organização dos tampos no armazém por encomenda (cada encomenda é associada a uma cor).....	71
Figura 41 - Fluxos propostos para a entrada (verde) e saída (vermelho) dos componentes .....	72
Figura 42 -percurso de abastecimento atual (vermelho) e percurso proposto (verde).....	72
Figura 43 - Armazém de componentes para a linha <i>laurastar</i> .....	73
Figura 44 - Valores máximos para as medidas da estante .....	74
Figura 45 - Esquema da nova estante projetada .....	75
Figura 46 - Modelo 3D da estante projetada.....	77
Figura 47 - caixas com travões no armazenamento de peças zincadas .....	78
Figura 48 - Comparação entre as identificações novas (esquerda) e as antigas (direita) .....	79
Figura 49 - Caixa com chapa metálica onde irão ficar as identificações .....	80
Figura 50 - Sistema de identificação do meio das caixas .....	81
Figura 51 - Caixas de travões na linha 2 já com as novas identificações.....	81
Figura 52 - Etiqueta da pintura, à esquerda a antiga e à direita a nova .....	82
Figura 53 - Exemplo de ficheiro a ser preenchido para cada encomenda .....	85
Figura 54 - Exemplo da aplicação preenchida para uma encomenda de 1000 <i>homie plus electric</i> ..	86
Figura 55 - Tapete M074 antes da reorganização.....	89
Figura 56 - áreas delimitadas e com as identificações para os componentes.....	89
Figura 57 - Área destinada para as peças da gama <i>act</i> com as identificações dos componentes (à esquerda) e caixas com as peças nos respetivos lugares (à direita).....	89
Figura 58 - Comparação do armazém de peças zincadas, antes e depois da definição de espaços próprios e identificação dos componentes.....	90
Figura 59 - <i>Layout</i> original da linha 2.....	94
Figura 60 - <i>Layout</i> proposto para a linha 2.....	95
Figura 61 - Pernas já cravadas armazenadas ao lado da máquina M165 .....	96
Figura 62 - Armazenamentos intermédios de ambos os lados do muro .....	96
Figura 63 - <i>Layout</i> atual da máquina em estudo.....	97
Figura 64 – Esquema de funcionamento da máquina após implementar o corrimão .....	98
Figura 65 – Dimensionamento da plataforma giratória.....	98
Figura 66 - Orçamento apresentado pela <i>Plasteuropa</i> .....	101
Figura 67 - Fluxo de processo da referente à montagem das pernas .....	102
Figura 68 - Fluxo de processo ao utilizar a máquina proposta.....	103
Figura 69 - Orçamento apresentado para os moldes de alumínio e <i>nylon</i> .....	103
Figura 70 - Operação de colocar o arame.....	104

Figura 71 - Perna teste já com o arame pintado .....	105
Figura 72 - Componentes e excedentes armazenados na secção .....	106
Figura 73 - Comparação entre o sentido do fluxo de materiais na secção dos escadotes .....	107
Figura 74 - Espaço obtido após remover a parede .....	107
Figura 75 - Nova disposição dos componentes que abastecem a linha .....	108
Figura 76 - Comparação da localização dos carros de transporte e da M072 antes e depois das alterações .....	108

## *Índice de Tabelas*

Tabela 1 - Classificação do sistema produtivo estudado .....	10
Tabela 2 - Ferramentas mais comuns para cada etapa do processo .....	46
Tabela 3 - Tipos de carros e respetivo número de unidades .....	51
Tabela 4 - Cálculo dos custos da utilização de caixas de cartão .....	52
Tabela 5 - Tabela comparativa das hipóteses para os revestimentos dos apoios .....	58
Tabela 6 - Resultados do teste de validação do carro universal .....	61
Tabela 7 - Cálculo do peso total a transportar .....	62
Tabela 8 - Capacidade máxima de carga para as rodas seleccionadas .....	63
Tabela 9 - Custos para alterar uma estante .....	64
Tabela 10 - Comparação do tempo de transporte e do número de trabalhadores necessários .....	64
Tabela 11 - Taxa de ocupação da estante (1300x1800) .....	74
Tabela 12 - Taxa de ocupação da estante (800x1800 / 1500x1800) .....	75
Tabela 13 - Taxa de ocupação da estante (800x1800 / 1500x1800 / 1100x1800) .....	76
Tabela 14 - Taxa de ocupação da estante (800x1800 / 1500x1800 / 1100x1800 com 4 patamares) .....	76
Tabela 15 - Taxas de ocupação de acordo com as várias receções de materiais .....	76
Tabela 16 - Taxa de ocupação de acordo com as necessidades semanais .....	77
Tabela 17 - Orçamento para o tubo .....	77
Tabela 18 - Comparação entre as dimensões das duas identificações .....	79
Tabela 19 - Cores atribuídas a cada tipo de travão e respetivas quantidades .....	80
Tabela 20 - Descrição dos modelos de abastecimento de acordo com o tipo de materiais .....	88
Tabela 21 - Parâmetros estabelecidos para o estudo da amostragem .....	90
Tabela 22 - Amostragem inicial realizada .....	90
Tabela 23 - Resultados da amostragem inicial .....	91
Tabela 24 - Resultados do estudo da amostragem .....	91
Tabela 25 - Componentes que pertencem a cada modelo de abastecimento .....	92
Tabela 26 - Cálculo das poupanças do modelo proposto .....	92
Tabela 27 - Trocas de funções nos postos de trabalho estudados .....	94
Tabela 28 - Tabela comparativa com as soluções apresentadas .....	99
Tabela 29 - Dados sobre o plástico desperdiçado por linha e respetivo custo .....	100
Tabela 30 - Cálculo do preço do filme por unidade embalada .....	101
Tabela 31 - Comparação dos custos unitários para as duas medidas usadas .....	101
Tabela 32 - Quadro síntese com todas as propostas apresentadas .....	109
Tabela 33 - Cálculo dos custos de alteração dos veículos .....	121
Tabela 34 - Cálculo da área requerida para os vários componentes .....	123

Tabela 35- Cálculo da taxa de ocupação para a estante.....	125
Tabela 36 - Continuação da Tabela 13 .....	125
Tabela 37 - Cálculo da taxa de ocupação para a estante (800x1800 / 1500x1800).....	126
Tabela 38 - Continuação da Tabela 15 .....	126
Tabela 39 - Cálculo da taxa de ocupação para a estante (800x1800/1500x1800/1100x1800) .....	127
Tabela 40 - Continuação da Tabela 17 .....	127
Tabela 41 - Cálculo da taxa de ocupação para a estante (800x1800/1500x1800/1100x1800 com 4 patamares).....	128
Tabela 42 - Continuação da Tabela 19 .....	128
Tabela 43 - Cálculo do espaço requerido para os materiais recebidos no ano de 2015.....	129
Tabela 44 - Cálculo da média semanal de modelos produzidos, com base em dados de 2014 .....	131
Tabela 45 - Cálculo da quantidade de componentes consoante as necessidades semanais de cada modelo .....	131

## *Índice de Equações*

Equação 1 - Número mínimo de observações necessárias .....	41
Equação 2 - Fórmula para calcular o valor que irá ser lido na curva normal .....	41
Equação 3 - Cálculo do tempo normal .....	42
Equação 4 - Cálculo do tempo padrão .....	42
Equação 5 - Fator de concessão tendo em conta o tempo total .....	42
Equação 6 - Fator de concessão tendo em conta a percentagem do tempo de trabalho .....	42
Equação 7 - Expressão para calcular o número mínimo de amostras .....	44
Equação 8 - Formula para calcular o valor que irá ser lido na curva normal .....	44
Equação 9 - formula para calcular o desvio padrão de uma amostra.....	44
Equação 10 - Formula para calcular o tempo padrão de uma operação.....	45
Equação 11 - Formula para calcular o tempo Normal de uma operação.....	45
Equação 12 - Fator de concessão tendo em conta o tempo total .....	45
Equação 13 - Fator de concessão tendo em conta a percentagem do tempo de trabalho .....	45
Equação 14 - Expressão para calcular o número de reabastecimentos .....	85
Equação 15 - Expressão para calcular o intervalo de tempo entre abastecimentos .....	85

## *Siglas*

- AM1 – Armazém de Materiais 1
- AM2 – Armazém de Materiais 2
- FIFO – *First In First Out*
- FUTE – Fábrica de Utilidades de Tubo, SA
- JIT – *Just In Time*
- M1 – Mesa de Montagem 1
- Z. Emb P1 – Zona de Embalamento, Posto 1
- Z. Emb P2 – Zona de Embalamento, Posto 2



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. ENQUADRAMENTO DO TRABALHO

A presente Tese insere-se no âmbito da realização do Projeto de Dissertação de conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica – ramo de especialização de Organização Industrial, do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Como a globalização é cada vez mais presente nos diferentes aspetos do quotidiano, uma empresa para ser bem-sucedida não deve restringir-se às necessidades de apenas um nicho de mercado, mas sim adaptar o seu funcionamento de forma a diversificar os produtos fabricados.

É com base nesta linha de pensamento que a FUTE, uma das principais fabricantes europeias de tábuas de engomar, apresenta uma variada gama de produtos.

Devido aos fatores previamente mencionados foi necessário reestruturar alguns aspetos do seu funcionamento. Foi com base nesta necessidade, que surgiu o projeto de criar e implementar um sistema de abastecimento de forma a otimizar a produção de encomendas, compostas por poucas unidades de diferentes modelos.

## **1.2. OBJETIVOS**

O principal objetivo do trabalho desenvolvido na FUTE consiste na conceção e implementação de um sistema de abastecimento às linhas de montagem. Esta adaptação permite reduzir os tempos improdutos associados às deslocações que os operadores efetuam ao irem buscar os componentes pretendidos.

Com a análise e compreensão do funcionamento das várias linhas foi necessário acrescentar objetivos secundários à medida que iam surgindo outras oportunidades de melhoria. Alguns objetivos como a melhoria dos meios de transporte, a identificação dos componentes e a reorganização dos armazéns de materiais, estão interligados com o sistema de abastecimento e visam facilitar a implementação do mesmo. Em paralelo a este trabalho, surgiram as melhorias nos processos das linhas que têm como finalidade o aumento da produtividade e a redução dos recursos consumidos.

## **1.3. METODOLOGIA USADA**

No desenvolvimento deste projeto foi aplicada a metodologia do caso de estudo, um método comum de análise quantitativa e qualitativa que envolve uma observação cuidada de um certo fenómeno. Isto significa que é possível enumerar as cinco etapas que constituem esta metodologia e que foram aplicadas no estágio:[1]

1. Reconhecer e determinar o estado do fenómeno que irá ser estudado
2. Estudar o fenómeno recolhendo os dados necessários e analisando o seu historial
3. Diagnosticar e identificar os fatores que estão na origem dos problemas, como ponto de partida para criar e desenvolver soluções
4. Aplicar as medidas corretivas desenvolvidas (é comum esta fase ser denominada como “*case work*”)
5. Determinar a eficiência das medidas aplicadas

## **1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO**

Este capítulo dá a conhecer a forma como esta dissertação se encontra estruturada, apresentando os conteúdos que constituem cada um dos cinco capítulos presentes:

### *Capítulo 1*

É destinado para a introdução da dissertação, enquadrando o tema designado com todo o trabalho realizado ao longo da duração deste estágio, apresentando também os objetivos e as metodologias utilizadas.

### *Capítulo 2*

Este capítulo foca-se na empresa, dando a conhecer um pouco da sua história, os produtos produzidos e o seu modo de trabalho. São também apresentados os problemas que serão abordados ao longo da dissertação.

### *Capítulo 3*

No terceiro capítulo serão descritas as ferramentas e métodos que foram utilizadas na resolução dos problemas previamente mencionados. Além das descrições estão presentes exemplos em que a aplicação das técnicas foi bem-sucedida, ajudando a perceber qual a sua utilidade no contexto desta dissertação

### *Capítulo 4*

É o principal capítulo da dissertação, uma vez que contém todas as propostas de melhorias para os problemas existentes. Além da descrição da proposta, é também mencionado o problema que aborda, como contribui para a sua resolução, assim como uma análise acerca do tempo necessário para recuperar o investimento realizado.

### *Capítulo 5*

Para finalizar o último capítulo está reservado para as ilações retiradas deste trabalho, assim como a apresentação de propostas para possíveis futuras melhorias.



## 2. A EMPRESA

### 2.1. HISTÓRIA DA EMPRESA

A FUTE foi fundada em 1964 por Abílio Ferreira e a sua fábrica (Figura 1) localiza-se em Cesar, distrito de Aveiro, sendo considerada como umas principais fabricantes europeias de tábuas de engomar para uso doméstico. Além da produção e comercialização de tábuas de engomar, a FUTE também produz acessórios de engomar e escadotes metálicos e de alumínio.



**FIGURA 1 - FACHADA PRINCIPAL DA FÁBRICA**

Esta 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 desta empresa é assegurar a qualidade 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 ISO9001 pelo grupo *TÜV Rheinland*, no 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 atribuída a certificação ambiental ISO14001, pela mesma entidade.

Já no decorrer no ano de 2015, está a decorrer o processo de acreditação da norma 50001, que garantirá a certificação energética,

Em suma, a FUTE atualmente é constituída por 94 colaboradores e comercializa os seus produtos para vários revendedores e superfícies comerciais 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 transato de 2014, atingiu um volume de negócios de aproximadamente 6 milhões de euros (valor referente apenas às tábuas de engomar). [2]

Do *site* da própria empresa é possível retirar a missão e os objetivos que estão presentes no quotidiano e são a base para as diversas ações tomadas

<i>Missão</i>	“Assegurar elevados níveis de competitividade e garantir a confiança e lealdade dos seus clientes”
<i>Objetivos</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Assegurar a qualidade dos produtos</li><li>- Melhoria contínua dos processos</li><li>- Ganhos de produtividade</li><li>- Eficiência na afetação de recursos</li></ul>

## 2.2. PRODUTOS E CLIENTES

Esta empresa fabrica e comercializa diversas gamas de tábuas de engomar (Figura 2) e escadotes (Figura 3) e acessórios de engomar, dos modelos em carteira importa salientar:

Tábuas de engomar

*Act (Modelo Base)*



*Easy (Modelo Base)*



*Homie Plus*



*Homie Pro Metal*



*Metálica (Modelo Base)*



*P3D*



*Regular*



*Simple (Modelo Base)*



*Teflonix (Modelo Base)*



**FIGURA 2 - IMAGENS DAS PRINCIPAIS GAMAS DE TÁBUAS COMERCIALIZADAS**

## Escadotes

Brico Alu 4



Brico Alu 5



**FIGURA 3- IMAGENS DAS PRINCIPAIS GAMAS DE ESCADOTES COMERCIALIZADAS**

Além da própria marca da empresa, a produção destina-se a clientes no mercado nacional e internacional, de entre os quais é possível destacar:

- *Attribute*
- *Auchan (Marca “Jumbo”)*
- *Carrefour*
- *Laurastar*
- *Pingo Doce (Marcas “Home7” e “Brico7”)*
- *Rowenta*
- *Sonae (Marca “Kasa”)*
- *Taurus*

- *Tefal*
- *Wilkinson*

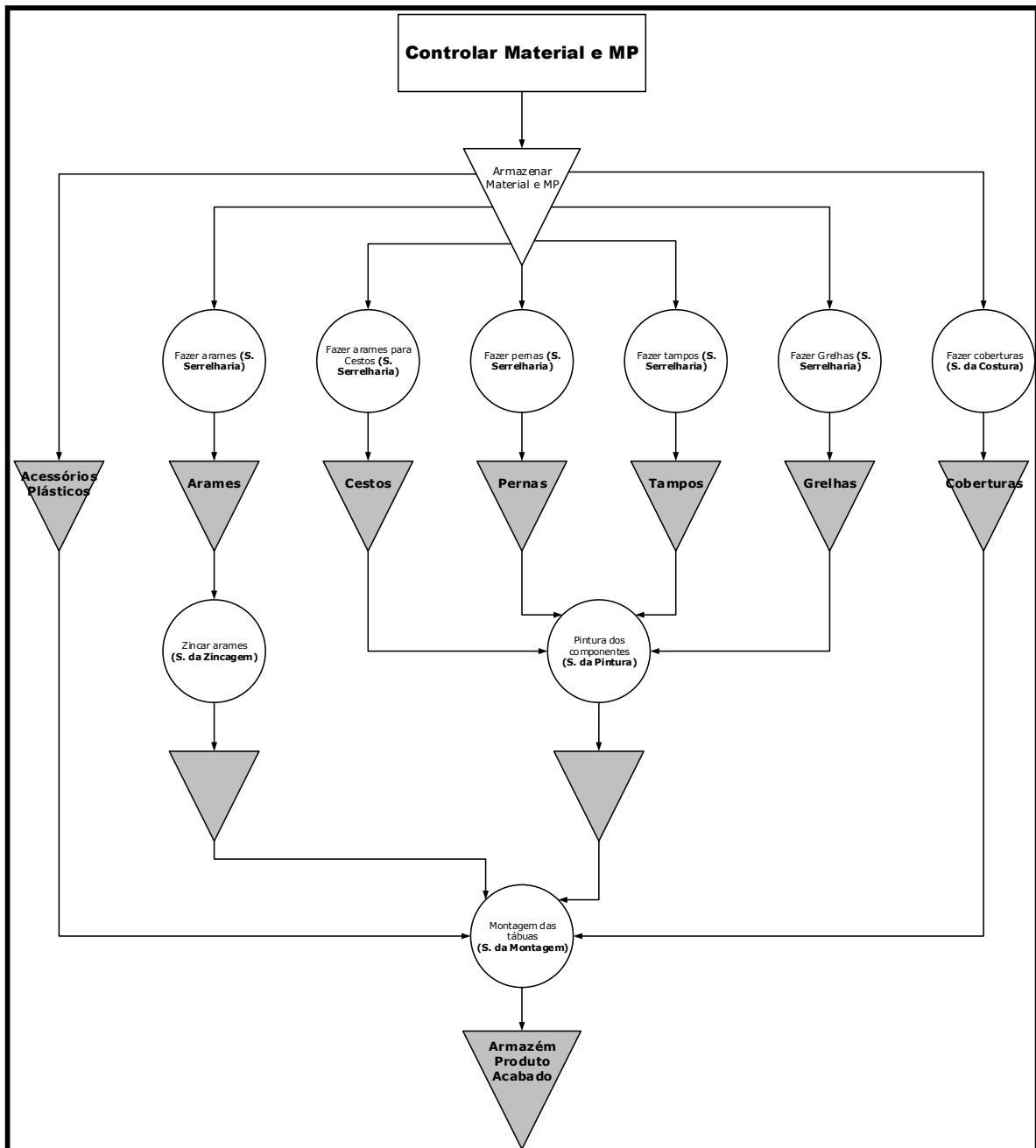
### 2.3. CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO

De acordo com os conhecimentos adquiridos ao longo do percurso é possível classificar o sistema produtivo de acordo os parâmetros apresentados na Tabela 1. [3]

**TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO ESTUDADO**

Parâmetros de classificação	Classificação
Implantação	<i>Implantação por processo ou oficina de fabrico, uma vez que existe uma elevada variedade de artigos</i>
Fluxo dos Materiais	<i>Intermitente</i>
Relação com o cliente ou método operativo	<i>Fabrico por encomenda. A empresa de acordo com as encomendas do cliente aprovisiona, fabrica, monta e entrega</i>
Quantidades produzidas do mesmo produto	<i>Produção por lotes, uma vez que o sistema é caracterizado por pequenas séries e apresenta um largo volume em curso e de armazenamentos ao longo do processo</i>
Tipologia da estrutura dos produtos	<i>T</i>
Variabilidades dos produtos produzidos	<i>Diferenciados, uma vez que a empresa além de tábuas de engomar também produz escadotes</i>
Gama operatória	<i>Diferentes</i>
Natureza dos produtos	<i>Discreta</i>
Caracterização da procura	<i>Variável a imprevisível, as encomendas feitas pelos clientes não seguem um padrão pré-definido</i>
Organização	<i>Flexível, já que as operações em cada posto de trabalho podem ser alterada de acordo com o produto fabricado</i>
Produção no espaço	<i>Concentrada, já que a empresa produz grande parte dos componentes que necessita</i>

Para compreender melhor como se desenrola a produção dividiu-se a unidade fabril onde decorreu o estágio, em cinco áreas diferentes, sendo que cada uma estava atribuída a etapas diferentes do ciclo produtivo. Para compreender melhor esta distribuição de funções, será feita uma breve descrição de cada secção. Como a produção de uma tábua é um processo que envolve diversas operações no Anexo A está um digrama de fluxo detalhado para a produção de uma tábua exemplo, neste caso uma *Maxi Plus Electric*, enquanto a Figura 4 demonstra um digrama de fluxo global que demonstra a interligação entre as várias secções da fábrica.



**FIGURA 4 - DIAGRAMA FLUXO GLOBAL DA FÁBRICA**

## Secção da Serralharia

É aqui que são produzidos alguns dos principais componentes das tábuas de engomar e dos escadotes, como por exemplo tampos, pernas, cestos e arames (Figura 5).

Isto requer o uso de várias máquinas de forma a transformar as várias matérias-primas a ganharem a forma desejada.

Apesar do automatismo de algumas operações, esta secção emprega vários operários, uma vez que certos componentes têm operações que são executadas manualmente.

De forma a controlar as quantidades fabricadas, de forma a não haver *stock* excessivo e otimizar os recursos disponíveis evitando desperdícios, é realizada uma programação da produção para que através de ordens de produção seja possível fabricar simplesmente o necessário da forma mais rentável, mas com a qualidade exigida e dentro do prazo estabelecido pelo cliente.

Existe também áreas destinadas à receção e armazenamento de matérias-primas para a construção de pequenas estruturas que sejam necessárias noutras secções.

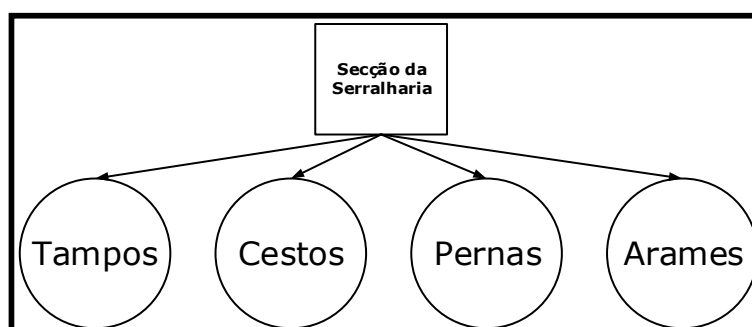


FIGURA 5 – ALGUNS DOS PRINCIPAIS PRODUTOS PRODUZIDOS NA SERRALHARIA

## Secção da Pintura

Como o nome indica é nesta secção que os componentes provenientes da serralharia são pintados antes de estarem prontos para prosseguirem para a montagem. Devido ao tipo de tinta é possível dividir todo o processo em três etapas sequenciais. Inicialmente as peças são colocadas em suspensões, já que o transporte nesta secção é feito através de um cadeado que passa pelos vários estágios.

A primeira operação a realizar é a limpeza das peças, removendo os resíduos de óleos e limalhas existentes para que a tinta adira de forma uniforme em toda peça.

O segundo passo é aplicação da tinta, que como se encontra em pó é pulverizada automaticamente na superfície da peça, sendo que a adesão das partículas de tinta é conseguida através de diferença da polaridade com que a peça e o pó estão carregados.

Para completar o processo, as peças passam por um forno que devido à temperatura polimeriza o pó, formando uma camada protetora em todo o componente. Na Figura 6 no digrama de fluxo estão representadas as várias etapas do processo.

É possível considerar esta secção como o ponto de estrangulamento da fábrica inteira, pois a sua produtividade depende da velocidade a que o cadeado se desloca, ao contrário das restantes unidades em que o número de funcionários tem um papel fundamental no número de peças produzidas.

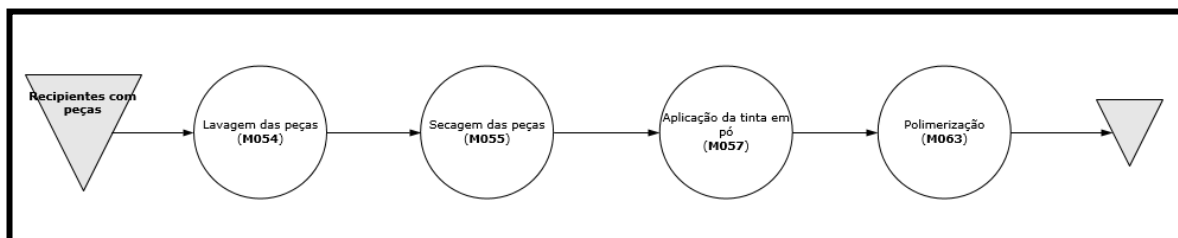


FIGURA 6 - DIAGRAMA DE FLUXO GLOBAL DA SECÇÃO DA PINTURA

### Secção da Zincagem

Nesta secção, onde trabalham apenas dois funcionários, são zincadas algumas peças produzidas pela serralharia como os arames. O processo de zincagem é realizado em quatro etapas (ver Figura 7) e pode ser semiautomático ou manual dependendo do tipo do formato da peça, ou seja, para zincar peças de pequena dimensão é necessário recorrer ao processo manual, uma vez que no semiautomático as quantidade produzidas não seriam suficientes para abastecer as linhas de montagem.

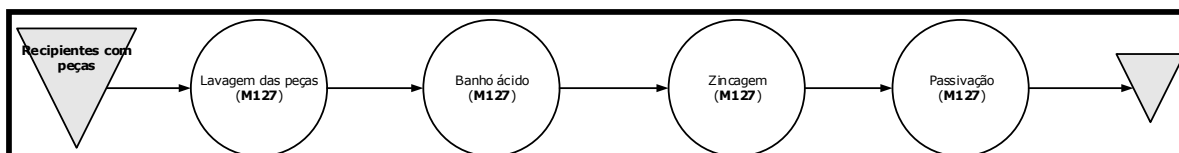


FIGURA 7 - DIAGRAMA DE FLUXO GLOBAL DA SECÇÃO DA ZINCAGEM

### Secção da Costura

Esta secção da fábrica produz as coberturas para abastecer a linha como para a venda a granel. O processo de costurar as coberturas é efetuado manualmente, pelos dois operários que aqui trabalham, o que torna este departamento dependente. Devido à troca constante de produtos na linha, por vezes esta secção não é capaz de produzir de forma a abastecer as linhas, já que apenas dois funcionários não conseguem produzir ao ritmo necessário.

Além da produção, esta secção armazena os materiais rececionados e os produtos acabados antes que estes prossigam para a linha de montagem.

## Secção da Montagem

É a última etapa do processo produtivo, onde são montados os vários componentes para formar o produto pretendido pelo cliente.

Existem cinco linhas de montagem, que serão analisadas individualmente, no capítulo seguinte para poder perceber melhor as suas características. É importante salientar que a análise das Linhas 1 e 2 está agregada devido às suas semelhanças.

### 2.4. ESPECIFICAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM

#### 2.4.1. LINHA 1 E 2

Analisando o agregado destas duas linhas é possível concluir que estas são as principais linhas de montagem da fábrica, sendo dotadas de enorme versatilidade, o que permite produzir 64 modelos de tábuas diferentes, o que corresponde a 91% da totalidade das gamas comercializadas pela empresa.

No entanto existe uma discrepância no número de modelos afetados a cada linha, uma vez que linha 2, apesar de destinada aos produtos de gama média e alta, é capaz de produzir qualquer um dos 64 modelos. No entanto a linha 1 (Figura 8), está reservada para os modelos mais económicos, produzindo apenas 12 dos 64 modelos de tábuas. A Figura 10 demonstra as operações necessárias para produzir um modelo nesta linha.

Devido à grande variedade de modelos que podem ser produzidos, e às características inerentes a cada um deles, estas linhas são sujeitas a constantes mudanças de *setup*, já que é imprescindível ajustar diversos parâmetros para as definições necessárias do modelo que se pretende fabricar, a Figura 11 demonstra Esta é a causa para um dos principais problemas que a empresa tem lidar, uma vez que devido a estas constantes quebras de ritmo, a cadência da linha fica abaixo do valor ótimo possível.

O número de funcionários afetos a cada linha é uma dessas variáveis, uma vez que as operações necessárias dependem diretamente do grau de complexidade de cada tábua, ou seja quanto mais complexo for o modelo mais recursos serão consumidos. Em caso de sobrecarga de trabalho, estas linhas poderão receber operários quer da linha *Laurastar* como da *AFER Inox*. As máquinas presentes podem também requerer pequenos ajustes antes de iniciar a produção. As mudanças mais comuns são alteração na velocidade dos tapetes, mudanças de ponteiras nas máquinas de cravar ou então mudança do tipo de filme utilizado no embalamento.

Outra problemática que a administração tem focado a sua atenção é o *layout* da linha 2 (Figura 9), que devido a disposição atual obriga a existência de armazenamentos intermédios e que os operários estejam sujeitos a um esforço maior durante o ciclo produtivo.

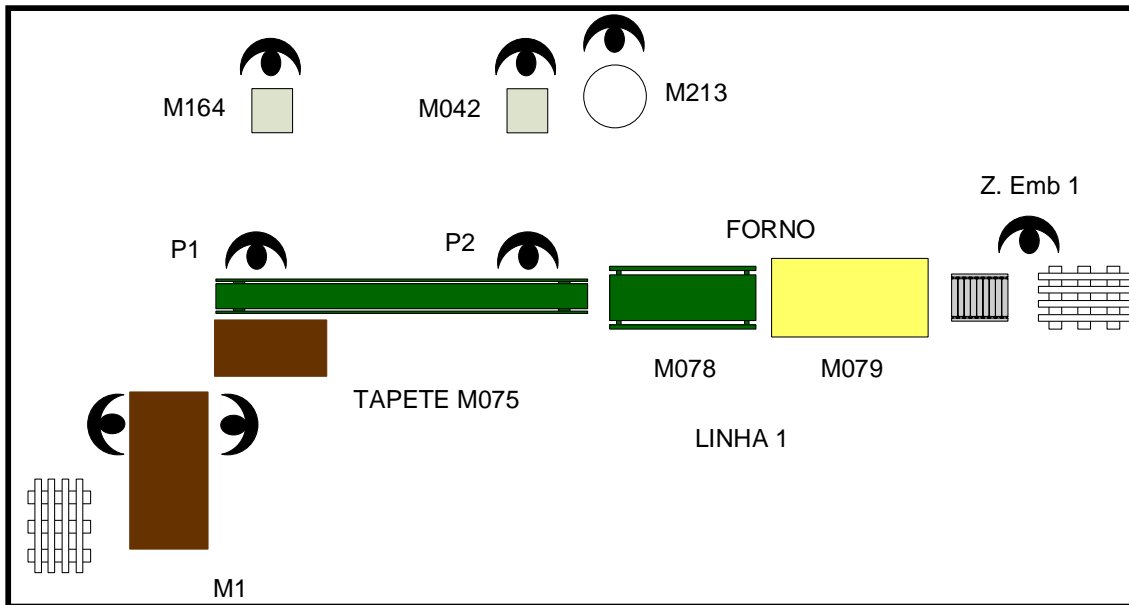


FIGURA 8 - LAYOUT DA LINHA 1 COM OS RESPECTIVOS POSTOS DE TRABALHO

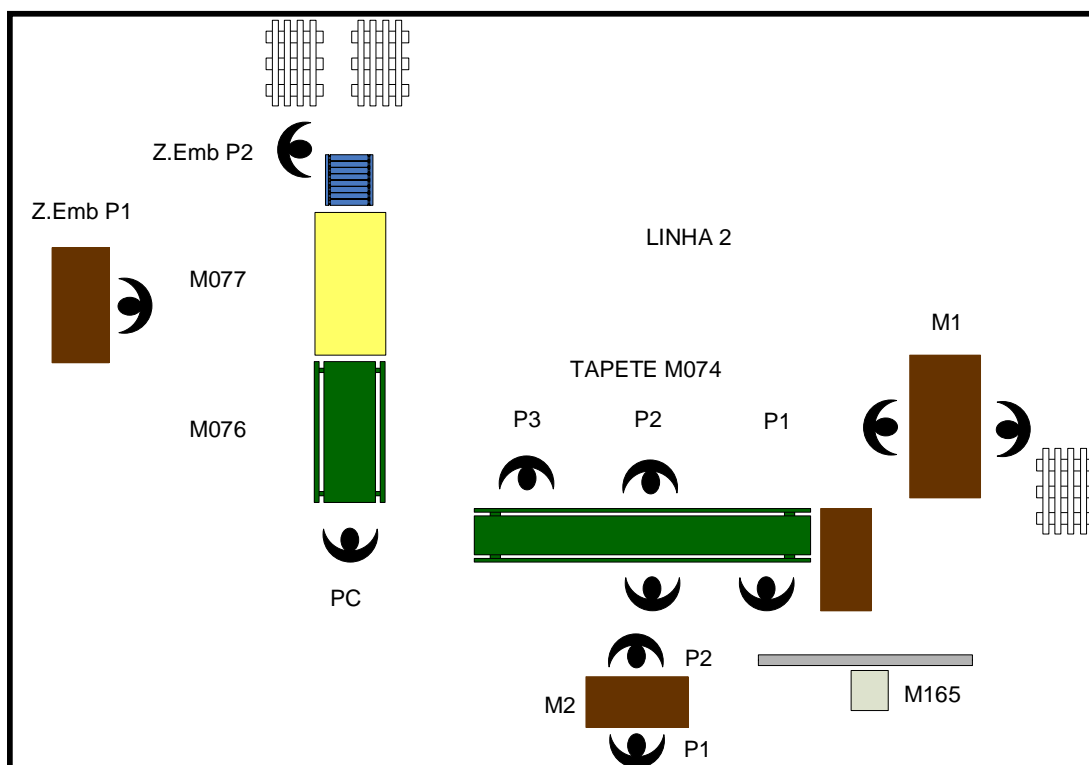
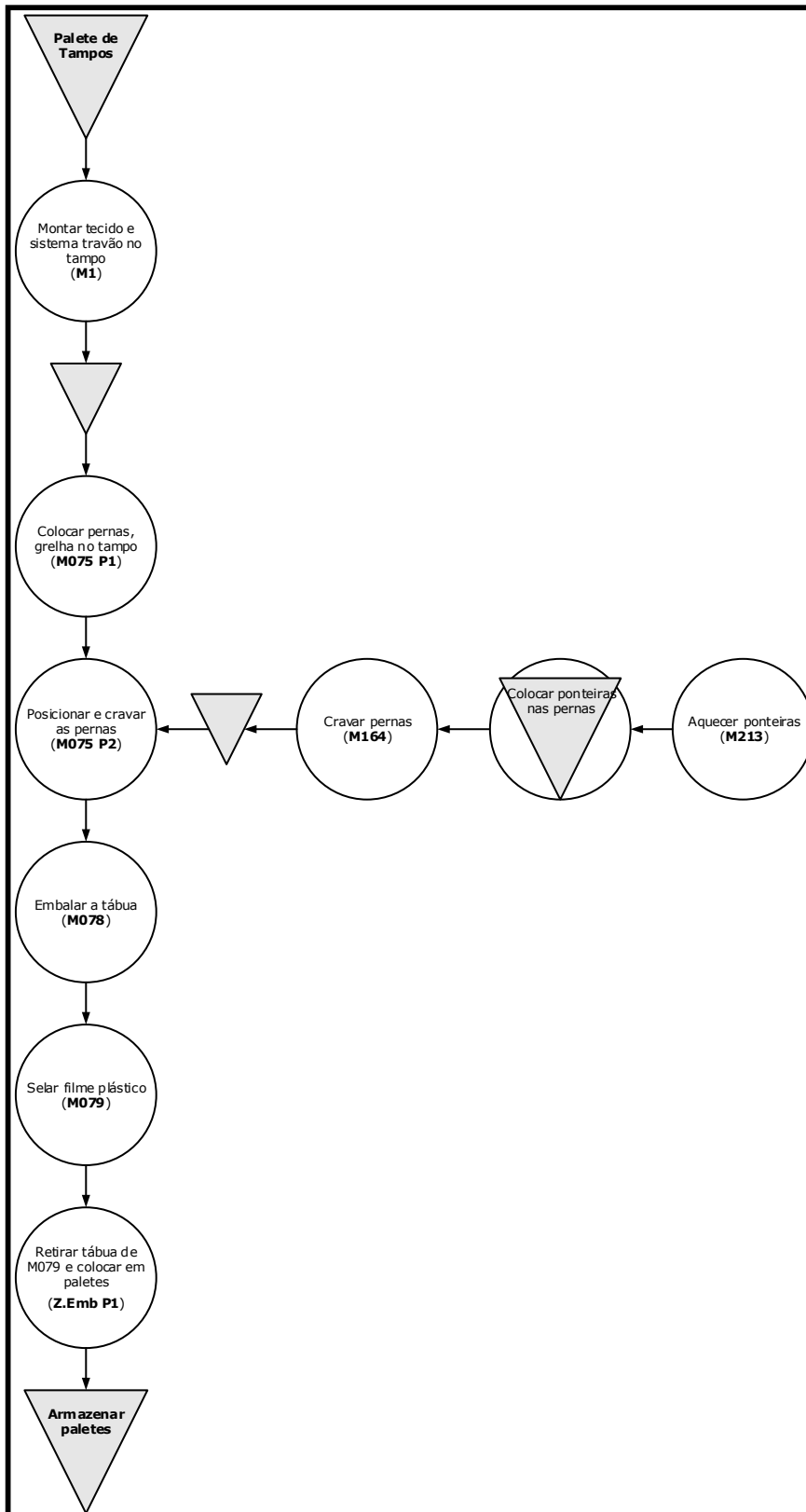
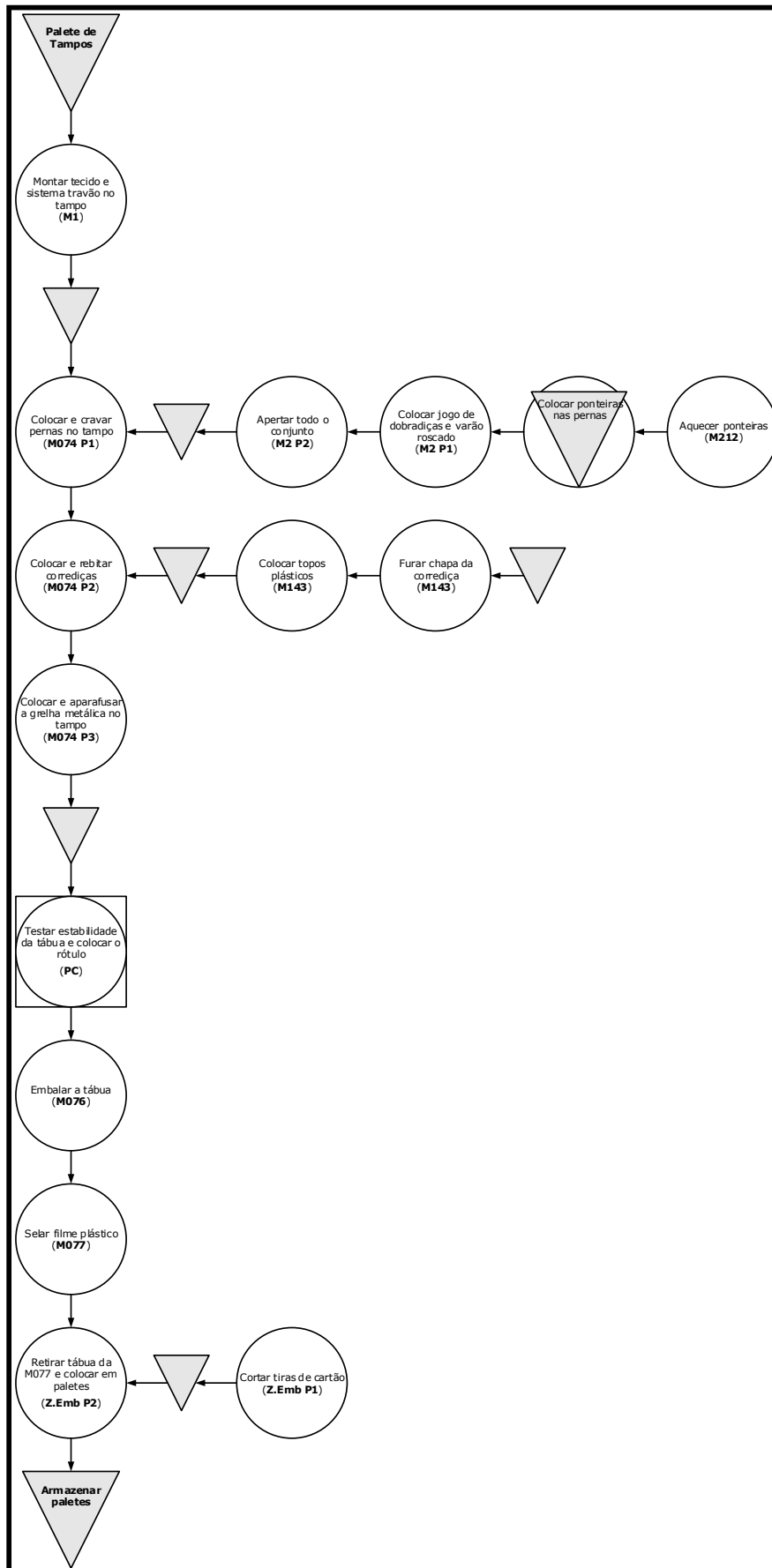


FIGURA 9 - LAYOUT DA LINHA 2 E RESPECTIVOS POSTOS DE TRABALHO



**FIGURA 10 - DIAGRAMA DE FLUXOS DA LINHA 1 (PARA PRODUZIR UMA TÁBUA DE SIMPLE)**



**FIGURA 11 - DIAGRAMA DE FLUXOS DA LINHA 1 (PARA PRODUIR UMA TÁBUA PLUSBOARD)**

#### 2.4.2. LINHA ESCADOTES METÁLICOS

Esta linha apenas produz quando existem encomendas, tal como a *Rowenta*, estando inativa por alguns períodos de tempo. O modo de processamento definido é simplista, seguindo uma tipologia em linha desde a receção dos materiais até alcançar o produto final.

Uma das dificuldades com que os trabalhadores se deparam é o reduzido espaço para movimentações, algo que atrasa todo o processo (Figura 12). Este facto aliado aos *stocks* de componentes que lá estão colocados, dificulta ainda mais as operações realizadas.

Como o número de unidades produzidas é menor comparando com outros produtos, as dificuldades da linha não são tão sentidas como nas restantes.

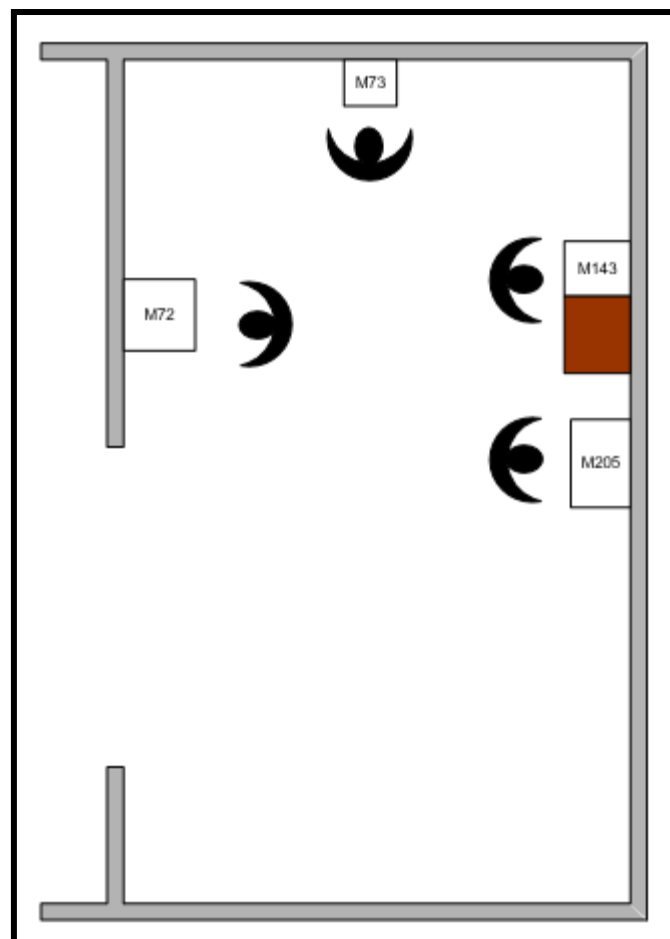


FIGURA 12 - LAYOUT DA LINHA DOS ESCADOTES METÁLICOS E RESPETIVOS POSTOS DE TRABALHO

### 2.4.3. LINHA LAURASTAR

Das 4 linhas existentes na montagem, a linha *Laurastar* (Figura 13), produz continuamente e é a que requer a maior especialização, uma vez que os 4 modelos (S4; S7; GO; GO+) que está encarregue de produzir, estão a sujeitos a um controlo muito rigoroso, devido aos elevados padrões de qualidade exigidos pelo único cliente destas gamas.

Como forma de corresponder à exigência imposta a estes produtos, foi estabelecida uma equipa com formação específica, destinada unicamente para esta linha.

Caso esta linha não esteja com excesso de trabalho ou com encomendas em atraso estes trabalhadores podem transitar para outros postos de trabalho, aumentar a produtividade das restantes linhas, como forma de auxiliar a produção.

No entanto, o contrário não é possível, uma vez que os funcionários das restantes linhas não possuem as qualificações requeridas para serem atribuídos a esta linha específica.

Como foi mencionado previamente, os recursos humanos desta linha encontram-se limitados exclusivamente à equipa formada, por isso para obter uma maior produtividade, foi necessário estabelecer um ciclo produtivo específico, agregando as várias operações em três momentos distintos, tal como se sucede nas implantações por células de fabrico.

É possível distinguir estas três etapas do seguinte modo:

#### *Montagem de alguns acessórios*

Nesta primeira etapa, os operadores encontram-se numa bancada à parte, a produzir acessórios, que posteriormente serão utilizados na montagem das pernas, antes que estas sejam parte integrante do produto.

Os materiais necessários para esta operação são enviados pelo cliente de acordo com as encomendas efetuadas, portanto o espaço destinado ao armazenamento destes componentes necessita de ter a capacidade para se ajustar às diversas variações no número de unidades.

#### *Montagem das Tábuas*

Esta etapa é a mais extensa em todo o processo, com várias tarefas a decorrer em simultâneo, visto que é durante esta fase que se realiza a montagem do produto pretendido, inserindo todos os seus constituintes.

A produção inicia-se por colocar um tampo metálico no tapete, que fará o transporte entre os vários postos, onde vão sendo inseridos os demais componentes, até concluir o produto pretendido.

Paralelamente a este processo, em máquinas destinadas a esse efeito, decorre a montagem das pernas onde os acessórios produzidos anteriormente são inseridos nas extremidades das pernas.

Após o produto estar terminado, o funcionário do último posto está encarregue de o transportar até à área destinada para o armazenamento, até criar o nível de *stock* necessário para que seja iniciado o embalamento. A área de armazenamento estabelecida tem as dimensões necessárias para albergar o número de unidades que deverão ser produzidas diariamente. Esse valor foi estipulado em aproximadamente 300 unidades por dia e está de acordo com a capacidade efetiva da linha.

### *Embalamento*

Após atingir a quantidade diária estabelecida, a produção cessa e inicia-se o processo de embalamento, esta última etapa envolve também um controlo de qualidade para verificar a estabilidade da tábua e a existência de alguma irregularidade na superfície do tampo, para que possa ser corrigida antes que o produto seja embalado, certificando que o produto está em conformidade com os parâmetros estabelecidos.

Todo o processo de produção desta linha está descrito no diagrama de fluxos na Figura 14.

A principal meta estabelecida para esta linha, pela administração, assenta em identificar as causas e assegurar soluções que permitam corrigir os três principais problemas detetados que afetam o rendimento esperado.

A diminuição do número de peças não-conformes devolvidas por parte do cliente tem sido um dos problemas mais estudados pela administração e que, mobilizando diversos recursos, tem sido possível reduzir ao longo do tempo. Apesar de que o objetivo pretendido está a ser alcançado, devem ser continuados os esforços, para evitar o desperdício de recursos inevitável a situações de retrabalho de peças ou de produção de sucata, para tal deve-se proceder a uma avaliação dos vários processos e o reconhecimento das falhas mais recorrentes.

Um dos componentes onde são detetadas várias não-conformidades são as pernas da tábua, peças totalmente produzidas na fábrica desde matéria-prima até ao produto acabado, o que permite mais oportunidades de melhoria de forma a assegurar a qualidade requerida. No entanto o controlo mais rigoroso é efetuado após este componente ser trabalhado na secção

de pintura o que, em caso de existência de defeitos visuais e/ou mecânicos, implica decapar a peça para que esta possa ser retificada.

Esta situação prejudica a empresa a vários níveis, porque para além do desperdício inerente a estas situações, a operação de decapagem é realizada por uma entidade exterior à firma, o que acarreta um custo extra além de requerer a acumulação de várias unidades defeituosas, de forma a diminuir os custos de transporte, tornando este processo economicamente mais viável.

Outros componentes das tábuas, cujo fornecedor é o cliente dos produtos fabricados nesta linha, também apresentam não-conformidades que obrigam a sua devolução. Este processo é demorado, situação que necessita ser alterada, para que área valiosa de armazém não seja ocupada com peças sem qualquer tipo de valor.

O último objetivo estipulado para esta linha, centra-se em diminuir os sacos plásticos consumidos durante a operação de embalagem, o que além de reduzir os custos da operação está alinhado com política de gestão ambiental, que visa a redução do plástico consumido.

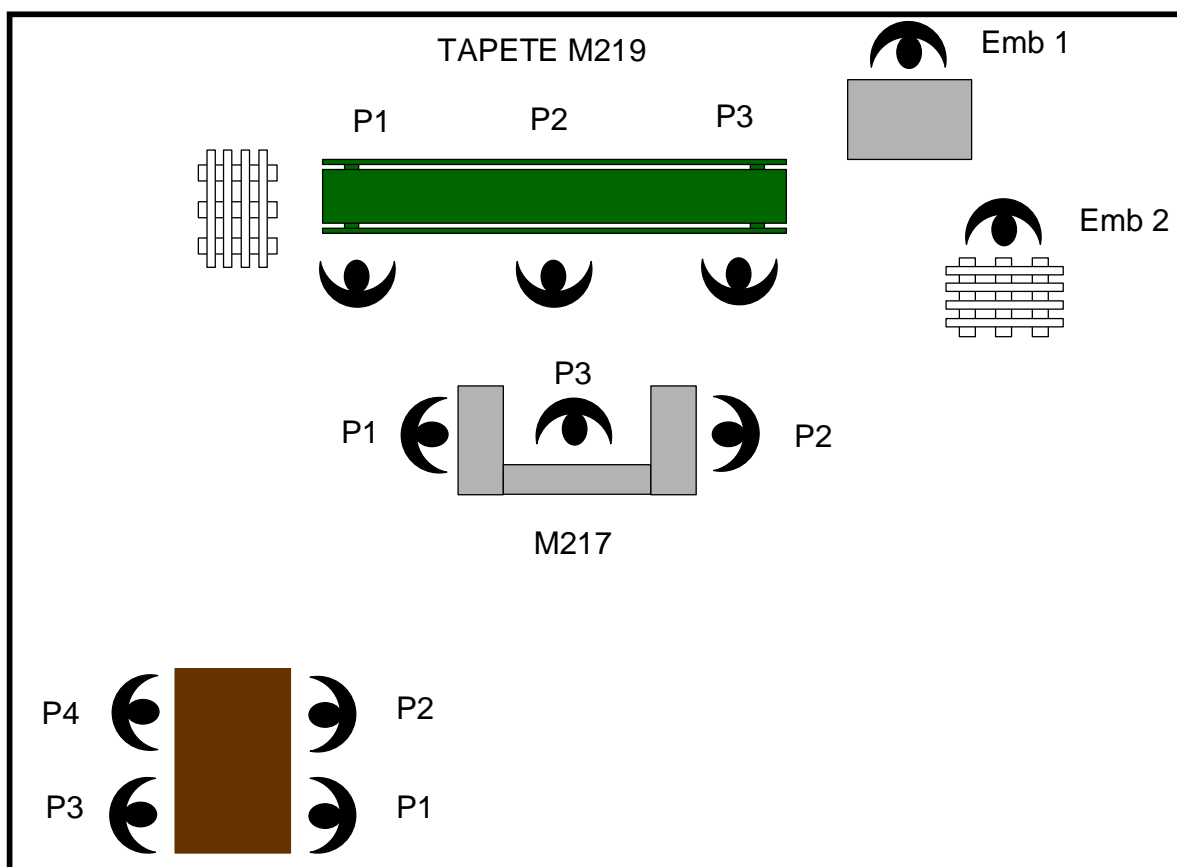
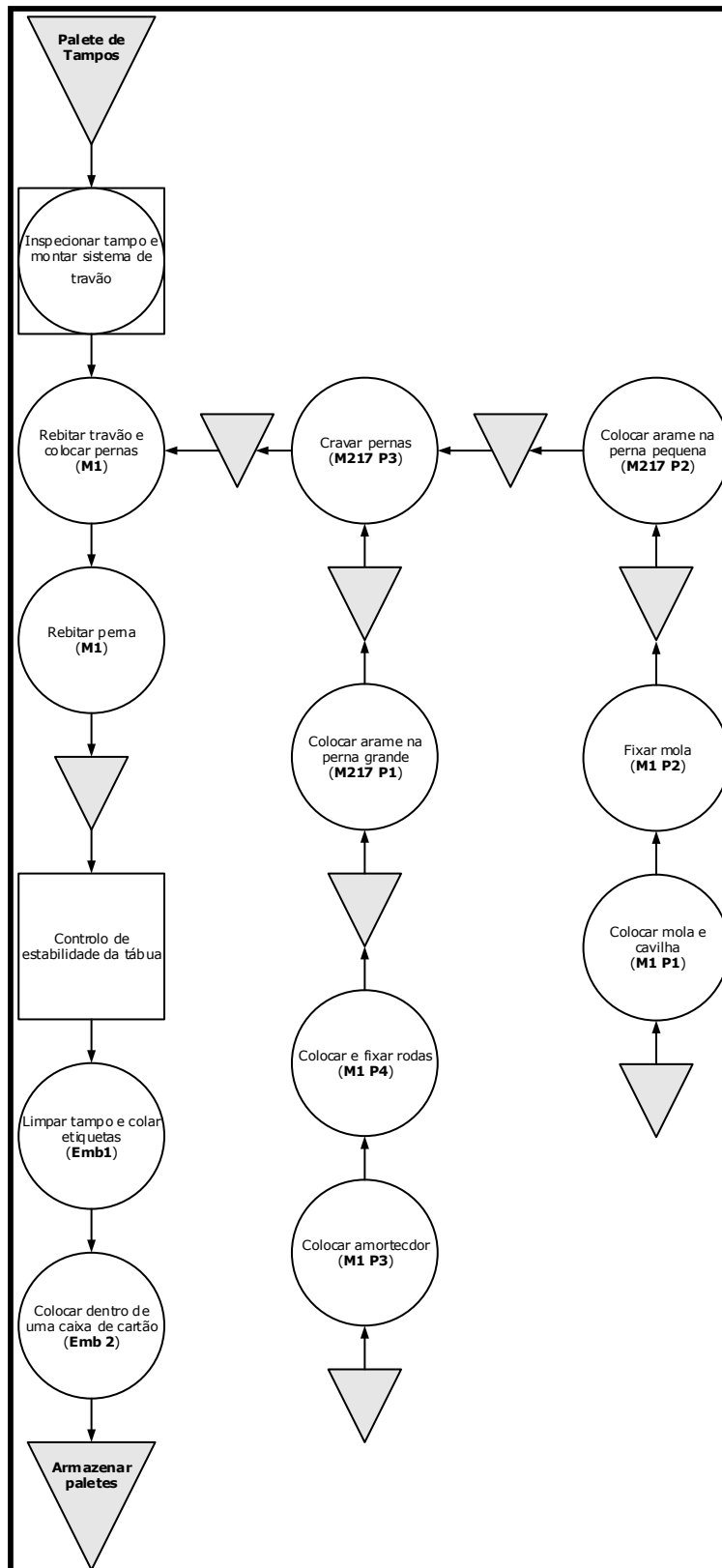


FIGURA 13 - LAYOUT DA LINHA LURASTAR COM OS RESPECTIVOS POSTOS DE TRABALHO



**FIGURA 14 -DIAGRAMA DE FLUXOS DA LINHA LAURASTAR (PARA PRODUZIR UMA TÁBUA S7)**

#### 2.4.4. LINHA ROWENTA

A linha *Rowenta* é a mais recente da fábrica e foi concebida para produzir unicamente os modelos P3D e Regular, no entanto devido a fatores como a irregularidade das encomendas, o tempo de utilização desta linha é muito inferior comparativamente às restantes.

Outra particularidade é que, devido à complexidade dos modelos produzidos, são necessários postos de trabalho adicionais, o que implica afetar um maior número de funcionários, isto significa que, para poder funcionar, são necessários os operários das linha 1 e 2, impedindo assim a possibilidade de trabalharem em simultâneo. Isto implica um maior cuidado a nível de programação da produção, para conseguir responder a todas as encomendas dentro do prazo estabelecido.

A impossibilidade de funcionamento em simultâneo das várias linhas tem outra desvantagem que requer um cuidado especial. Como as linhas 1 e 2 cessam a sua atividade para que a linha Rowenta tenha os recursos humanos necessários, verifica-se o acumular de materiais nas várias zonas de armazenamento, uma vez que as restantes secções (serralharia e pintura) trabalham ininterruptamente.

Essa situação caso não seja devidamente acompanhada poderá criar dificuldades nas movimentações e na organização do espaço, uma vez que o armazenamento passará a ser feito nas vias reservadas para a movimentação de pessoas e deslocação de empilhadores.

O seu modo de funcionamento é semelhante ao das linhas 1 e 2, apesar que em termos comparativos a sua cadência é bastante inferior, facto justificado pela complexidade de modelos produzidos e está descrito na Figura 16.

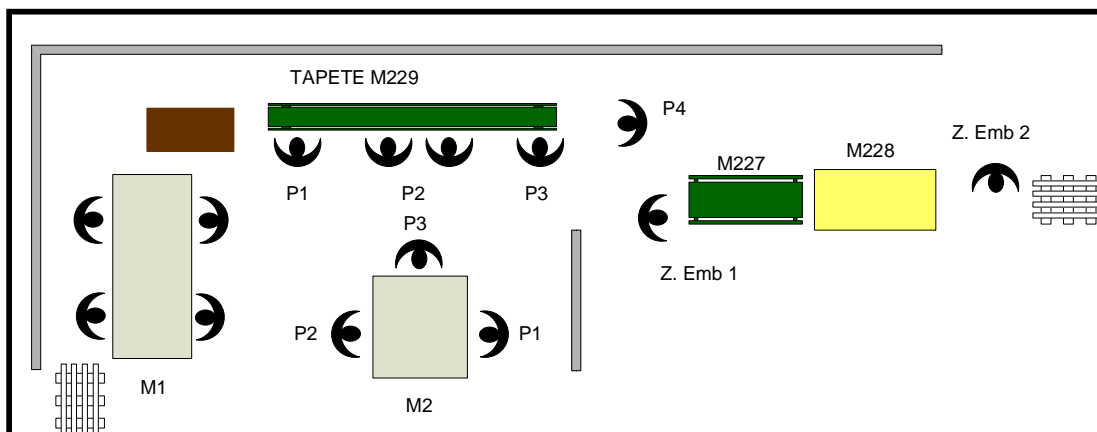


FIGURA 15 - LAYOUT DA LINHA ROWENTA COM OS RESPETIVOS POSTOS DE TRABALHO

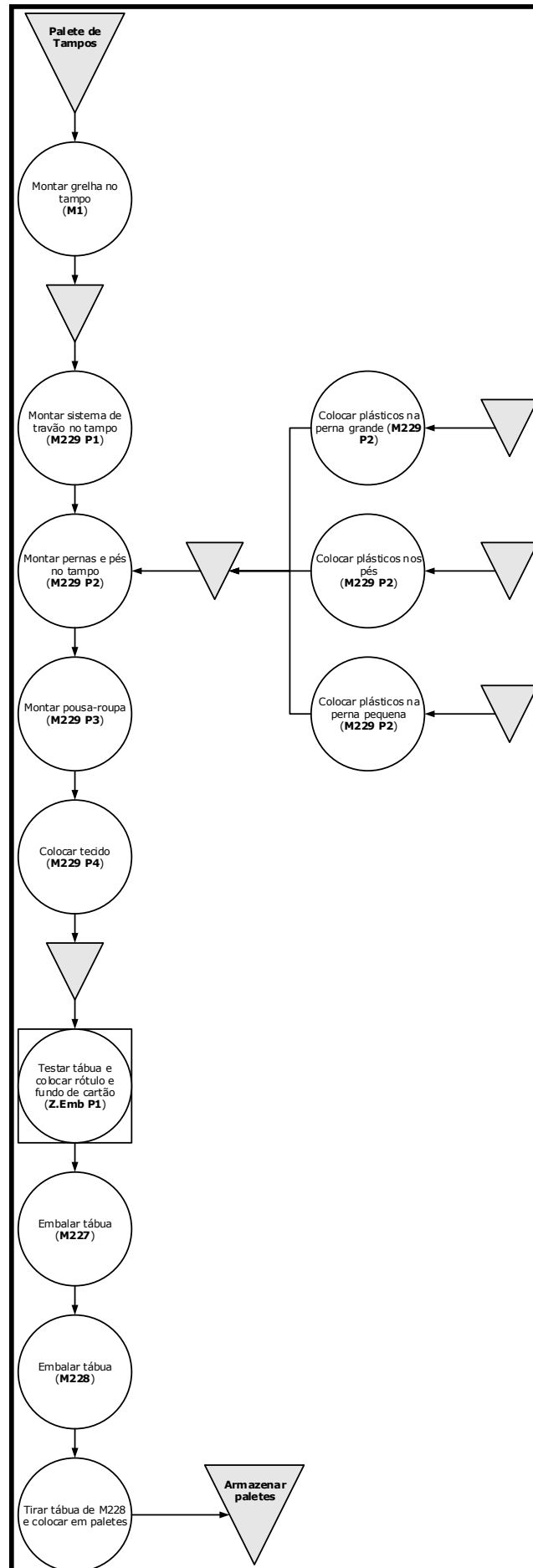


FIGURA 16 - DIAGRAMA DE FLUXO DA LINHA ROWENTA (PARA PRODUZIR UMA TÁBUA P3D)

O *layout* da linha *Rowenta* (Figura 15) apesar de ser semelhante aos das linhas 1 e 2 diferencia-se, pelo facto de serem necessários equipamentos adicionais para a montagem de determinados componentes.

O principal problema que esta linha enfrenta é a aquisição e produção de componentes acima do número de unidades necessárias, o que resulta no aumento dos níveis de *stock*.

Como os intervalos de tempo entre cada encomenda são irregulares o risco de deterioração dos componentes durante o armazenamento é agravado. Em alguns componentes metálicos produzidos, existe outra desvantagem inerente que é o facto de haver mudanças na tonalidade da cor com que as peças são pintadas, impedindo que estas sejam reaproveitadas para a encomenda seguinte.

## **2.5. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA**

Ao analisar a empresa e os seus processos é possível perceber que esta enfrenta diversos problemas que necessitam de ser resolvidos de forma a desenvolver o seu método de trabalho para que este se torne mais eficiente e eficaz. Assim sendo é possível enumerar os problemas que foram abordados na dissertação:

1. *Não há um modelo sistemático que defina como o abastecimento das linhas se deva processar.* Ou seja é executado de modo aleatório e como não há ninguém responsável por essa ação, esta é feita por diversos funcionários, de acordo com as necessidades dos postos e a carga de trabalho, originando paragens das linhas e tempo gasto em recursos.

*Constatação: Com os dados obtidos da amostragem do trabalho, é possível concluir que cada trabalhador gasta 5,65% do tempo de trabalho, aproximadamente 27 minutos, a abastecer a linha.*

2. *Falta de meios de transporte adequados a certos componentes.* Esta falha faz com que os transportes de materiais demore mais tempo, atrasando o abastecimento das linhas além de aumentar a probabilidade de aparecerem defeitos, uma vez que as peças não se encontram devidamente acomodadas.
3. *Má organização das várias linhas de montagem e armazéns.* Este aspeto influencia negativamente o abastecimento, uma vez que devido à falta de locais definidos para os componentes, é mais complicado perceber quais os componentes que estão em falta e onde os colocar.

Além dos problemas abordados também foram identificados outras dificuldades:

1. *Falta de dados sobre a quantificação dos tempos nos diferentes postos de trabalho e sobre a capacidade efetiva das linhas.* A ausência destas informações cruciais não permite que seja feita uma programação da produção adequada, nem uma avaliação da carga dos vários postos e respetivo balanceamento caso seja necessário efetuar alguns ajustes.

*Constatação – É necessário programar a produção para evitar as constantes mudanças dos setups das linhas de montagem.*

2. *Falta de controlo sobre as quantidades de componentes produzidas em excesso.* Como não existe uma monitorização dessas peças, as quantidades pedidas nas ordens de produção emitidas, não irão corresponder às necessidades reais, o que retira eficiência ao ciclo produtivo

### 3. REVISÃO TEÓRICA DE FERRAMENTAS DE APOIO AO ESTUDO DO PROCESSO

Na resolução dos diversos problemas identificados no decorrer deste trabalho foi necessário recorrer a diversas técnicas de análise de dados para poder interpretar as informações recolhidas e assegurar que estas eram fidedignas.

Este balanço apesar de ainda ser uma etapa inicial, é de extrema importância no processo de melhoria contínua, uma vez que é nestes dados que se encontra o motivo de cada falha, criando deste modo as bases das soluções que posteriormente irão colmatar esses problemas.

Foi também necessário utilizar várias ferramentas que auxiliaram o processo de conceção da solução mais adequada, visto que na maior parte dos casos foi sempre preciso ajustar a proposta inicialmente pensada para que pudesse corresponder às expectativas previstas.

#### 3.1. 5s

Esta ideologia surgiu no Japão por *Kaoru Ishikawa*, durante período de reconstrução do país após Segunda Guerra Mundial e utiliza 5 princípios, para consciencializar as pessoas,

de que as mudanças de atitudes e de mentalidade são um meio necessário para poder evoluir e melhorar as empresas.

Este esforço requer que haja um compromisso das várias partes integrantes na empresa, ou seja da gestão até aos trabalhadores, para que o processo se realize de forma eficaz.

A filosofia 5S pode ser aplicada em diversas situações, não se restringindo o seu uso a apenas um meio fabril, uma vez que o seu método é passível de ser adaptado a diferentes realidades para garantir os resultados pretendidos.

Atualmente diversas empresas têm optado por aplicar este programa, uma vez que permite que sejam tomadas ações para a eliminação de resíduos recorrendo a um método simples de aplicar, apesar de apresentar alguns obstáculos na sua execução. [4]

Os princípios mencionados previamente são definidos por cinco palavras japonesas, cujas iniciais são a letra S: [5]

- **Seiri**: a tradução em português deste conceito significa utilização e pressupõe que deve ser feita uma avaliação de acordo com a utilização para identificar os itens desnecessários procedendo posteriormente à sua remoção, algo que facilita o trabalho através da remoção de obstáculos;
- **Seiton**: significa arrumação e pretende que o espaço seja organizado de forma a criar locais específicos para os objetos mais utilizados de forma a não perder tempo a localizá-los, tornando o trabalho mais rápido e fluído. Este sistema tem de acompanhar as mudanças que ocorrem ao longo do tempo, uma vez que tem de adaptar as necessidades de utilização com o decorrer do tempo;
- **Seiso**: este princípio aborda a necessidade de manter o ambiente de trabalho limpo, como forma de zelar pelos equipamentos presentes. Devem ser aplicadas diretrizes que permitam reduzir a sujidade, para que seja mais fácil manter o local de trabalho asseado;
- **Seiketsu**: neste princípio o objetivo é a normalização de todos os processos envolvidos na arrumação e limpeza do local de trabalho para que seja mais simples manter os padrões requeridos;
- **Shitsuke**: o último princípio desta filosofia assenta na disciplina e na sua necessidade para manter todo o sistema em funcionamento, englobando todos os trabalhadores para que adquiram um sentido de responsabilidade para que cumpram os procedimentos estabelecidos. Para assegurar a melhoria contínua, principal

objetivo deste sistema, é implantado um sistema de auditorias internas para seja possível aperfeiçoar todo o sistema.

Esta filosofia permite criar postos de trabalho limpos, organizados e com condições para que o trabalho se realize de forma metódica e fluida. Num contexto industrial isto traduz-se em vários benefícios como maior satisfação dos operários, redução dos acidentes de trabalho, melhoria da produtividade e redução dos custos devido ao melhor aproveitamento dos materiais.

No entanto estão associadas duas dificuldades a este sistema, uma vez que está dependente da cooperação das pessoas para que adotem estas filosofias no seu quotidiano, o que por vezes significa a alteração do método de trabalho ao qual estão acostumados, o facto de necessitar de tempo, para realizar testes às diferentes alterações para confirmar as melhorias esperadas, uma vez que é de implantação gradual, é a outra desvantagem do sistema 5S.

### **Caso de sucesso de aplicação da ferramenta 5S**

Este caso de aplicação consiste em utilizar a técnica dos 5S, para poder implementar o SMED (*Single-Minute Exchange of Die*), tendo como objetivo a redução do tempo de mudança e conseqüente aumento da produtividade de uma linha de envernizamento/pintura pertencente à empresa Amorim Revestimentos, SA.

As ações de melhoria, a alteração do método de trabalho e a organização dos postos de trabalho são conseqüências da aplicação da ferramenta 5S e foram fundamentais para este trabalho e sem as quais o SMED não poderia ter sido implementado. Após integrar este sistema em dois tempos de mudança, foi possível constatar a redução dos tempos que varia entre os 13 e os 37%. Para assegurar a continuidade dos resultados apresentados foi também implementado um registo realizado pelos próprios operários de forma a monitorizar todo o sistema. [5]

## **3.2. BALANCEAMENTO DAS LINHAS**

O balanceamento das linhas pode ser definido como a organização de tarefas sequenciais pelos postos de trabalho, de forma a rentabilizar os recursos consumidos e minimizar o tempo em vazio.

Numa situação em que a linha seja constituída por múltiplas operações, o balanceamento é conseguido, solucionando um destes possíveis cenários:

- Para um determinado número de postos de trabalho, encontrar o menor tempo de ciclo possível
- Com o tempo de ciclo definido, encontrar o menor número de postos de trabalho requerido

A variabilidade dos tempos de operação, originada pela fadiga e pela qualidade dos materiais, os efeitos que ciclos de pequena duração têm nos operadores e o fato de produzir diversos produtos na mesma linha, são condicionantes que dificultam o processo de balancear uma linha de montagem, mas que devem ser consideradas.

Ao fazer o balanceamento de uma linha também é necessário contabilizar o tempo necessário para que os funcionários aprendam e se habituem aos novos métodos de trabalho. [6]

Os problemas mais simples de balanceamento podem ser resolvidos, recorrendo ao uso de uma das heurísticas existentes:

- Heurística 1
  - O primeiro passo consiste em ordenar as operações por ordem decrescente de tempo de operação
  - Atribuir tarefas para um posto de trabalho, até atingir o tempo de ciclo e obedecendo às precedências existentes
  - Repetir a etapa anterior para os restantes postos de trabalho
- Heurística 2
  - Em primeiro lugar atribuir as diferentes tarefas aos postos de trabalhos de acordo com a posição no diagrama de precedências
  - Refazer o diagrama de precedências, para que as operações com a mesma precedência sejam alocadas verticalmente na mesma coluna
  - Construir uma tabela listando as tarefas por ordem crescente de colunas. A tabela deve também conter os tempos de operação e para cada coluna realizar o somatório dos tempos de operação.
  - Atribuir tarefas aos postos de trabalho, iniciando pela primeira coluna
  - Repetir todo o processo, respeitando a numeração das colunas, até atingir o tempo de ciclo

### **Caso de sucesso de aplicação da ferramenta Balanceamento das Linhas**

Para esta ferramenta, o caso de estudo incide num projeto de investigação e desenvolvimento do INESC Porto, que pretende criar um sistema integrado de balanceamento das linhas produção de uma empresa piloto na área do calçado, de forma a responder às exigências do mercado e otimizar os recursos disponíveis. Fatores como a complexidade das linhas, a variabilidade dos produtos e a polivalência dos operadores são fundamentais para a resolução do problema.

A solução encontrada consiste num modelo matemático composto por duas heurísticas com finalidades distintas. Um dos modelos visa estipular o menor número de operações, enquanto o segundo tem como objetivo diminuir o tempo de não trabalho dos operadores.

Este sistema, além de permitir balancear as linhas otimizando os seus recursos, também permite criar um simulador para auxiliar nas tomadas de decisões, já que permite identificar os pontos de estrangulamento e calcular o tempo necessário para produzir os produtos. [7]

### **3.3. CLASSIFICAÇÃO ABC**

No decorrer do século XIX, um estudo realizado por *Vilfredo Pareto*, permitiu concluir que aproximadamente 80% da riqueza estava atribuída a apenas 20% da população. *Joseph M. Juran* desenvolveu aquela ilação estabelecendo assim, o princípio de *Pareto*, que sugere que em diversos acontecimentos 80% dos efeitos advém de 20% das causas.

Com o decorrer do tempo e o evoluir do mercado, este princípio passou a ser aplicado noutras áreas como por exemplo o comércio e ambientes industriais, daí surge uma variante, denominada classificação ABC.

Devido à sua simplicidade, esta técnica não requer vastos conhecimentos técnicos, podendo ser facilmente implementada. O pressuposto principal é dividir os produtos em classes de acordo com as quantidades consumidas anualmente e o seu custo unitário.

As três categorias mencionadas abrangem produtos com as seguintes características:

**Classe A** – são os artigos com a maior percentagem no valor de faturação (entre os 75 e os 85%) mas com um número de unidades reduzido (entre 15 a 25% da totalidade)

**Classe B** – é uma classe intermédia em que o valor de faturação dos artigos vária entre os 10 e os 20% e o seu número de unidades está compreendido entre os 25 e os 35% do total de artigos.

**Classe C** – estes artigos são opostas da classe A, uma vez que o seu valor de faturação é baixo (entre 5 a 10%) mas com um elevado número de unidades (50 a 60% da totalidade).

Os valores percentuais indicados, não são parâmetros universais pois podem ser reajustados, dependendo do tipo industria onde são aplicados para se adequarem com a realidade com que se deparam. [8]

Os resultados ajudam também a perceber quais os processos em que uma simples modificação poderá ter mais impacto, já que em produtos de grande valor, as consequências são mais evidentes, ou seja, depois de concluir a classificação, qualquer melhoria implementada nos processos deverá incidir preferencialmente pelos produtos inseridos na classe A, devido ao seu maior valor.

Esta ferramenta é frequentemente utilizada no controlo de *stocks*, uma vez que a política de gestão de stocks é definida consoante a classe dos artigos. Devido ao elevado valor dos artigos da classe A é comum utilizar sistemas de gestão de *stock*, uma vez que é mais vantajoso despende alguns recursos para monitorizar e limitar o número de unidades armazenadas desses artigos, do que não exercer qualquer tipo de controlo. Já no caso referente a artigos da classe C, já é possível recorrer a sistemas de gestão mais simples e eficazes, uma vez não serem precisos cuidados tão extensos.

Visto que a classe B se encontra numa posição intermédia, também o sistema de controlo será menos cuidado do que aquele aplicado à classe A mas mais rigoroso em comparação aos passíveis de implantar para artigos de classe C.

### **Caso de sucesso de aplicação da ferramenta Classificação ABC**

Este caso de estudo foi desenvolvido num supermercado localizado no Brasil, mais concretamente na zona de Mata Mineira, cujo objetivo principal consistia na melhoria do sistema de controlo e localização dos produtos existentes em armazém.

É nestes contexto que a classificação ABC é aplicada, uma vez que a análise resultante permite selecionar o sistema de gestão de *stocks* que melhor se adequa a cada artigo.

A localização dos produtos também deverá ser de acordo com a classificação dos produtos, de forma a reduzir o trajeto que tanto pessoas como materiais necessitam realizar. Outros fatores como a semelhança entre produtos e o peso de cada artigo também devem ser considerados na determinação da localização dos artigos.

A utilização desta ferramenta além de permitir um sistema de gestão fácil de implementar, também permitiu definir um novo *layout* e estruturas mais adequadas aos produtos existentes. [9]

### **3.4. ECONOMIA DE MOVIMENTOS**

A economia de movimentos recorre à ergonomia para poder melhorar diversos aspetos laborais, como a interação do operário com os equipamentos e o ambiente de trabalho. Inicialmente as aplicações deste conceito restringiam-se ao uso militar, na criação de equipamento bélicos, mas com o decorrer do tempo, estes conhecimentos diversificaram o seu passaram a ser empregues também nos postos de trabalho e em ambientes domésticos.

Para conseguir desenvolver o desempenho global de um sistema, a economia recorre a conhecimentos científicos de anatomia, fisiologia e psicologia. Na conceção de ferramentas e postos de trabalho é também necessário aplicar os conceitos da economia de movimentos de forma a conseguir assegurar a máxima eficácia, o bem-estar e segurança do operador, no executar das tarefas. [10]

Estes conhecimentos na utilização do corpo humano, na disposição do posto de trabalho e na conceção de ferramentas, permitiram elaborar as 26 regras da economia de movimentos, que apesar de nem sempre poderem ser aplicadas simultaneamente nos postos de trabalho, devem ser uma presença constante na mente dos encarregados, uma vez que é imperativo procurar a melhoria contínua. Apesar de haver uma total de 26 regras, neste capítulo apenas irão ser apresentadas as regras empregues na resolução de algum problema. [11]

As regras utilizadas foram as seguintes:

- Regra número 5

*“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”*

- Regra número 6

*“Preferir os movimentos curvos e contínuos das mãos aos movimentos retilíneos com mudanças de direção bruscas e pronunciadas, em ângulo agudo”*

- Regra número 7

*“Aproveitar o impulso, já que os movimentos lançados são mais rápidos, fáceis e precisos do que os movimentos restritos ou controlados”*

- Regra número 8

*“Favorecer o estabelecimento de um ritmo, dispondo o trabalho para que os movimentos se sucedam naturalmente, o mais automaticamente possível”*

- Regra número 11

*“Prever um sítio definido e fixo para todas as ferramentas e materiais - um local para cada coisa e cada coisa no seu local”*

- Regra número 14

*“Sempre que possível, deixar cair os produtos acabados, ou dar-lhes saída por meio de um plano inclinado ou acessórios tais como: ar comprimido, vibrações, etc...”*

- Regra número 15

*“Disponer os materiais e as ferramentas de forma que os movimentos se façam na sequência mais eficaz, com o mínimo possível de vaivém”*

### **Caso de sucesso de aplicação da ferramenta Economia dos Movimentos**

Este caso centra-se em uma fábrica de componentes sanitários, a *Grohe* Portugal, que para aumentar o seu volume de produção e melhorar as condições de trabalho dos seus operadores, reestruturou as suas linhas de montagem.

Um dos fatores abordados pela operação de reestruturação foi a ergonomia dos postos de trabalho, tendo como objetivo reduzir o esforço exercido pelos colaboradores a executar suas atividades.

Para alcançar a meta estabelecida foram melhoradas as condições de iluminação de forma a evitar o encadeamento do operador mas assegurando a intensidade luminosa necessária para executar as tarefas. Também foram corrigidas situações de má postura, colocando os componentes ao alcance dos operadores.

Estas alterações permitiram que os postos de trabalho se adaptassem ao maior número de operadores possível, aumentando assim a sua satisfação. [12]

## **3.5. FILOSOFIA LEAN**

No início do século XX, *Henry Ford* revolucionou a indústria com a implantação de linhas de montagem, transformando o fabrico artesanal de automóveis numa indústria de produção em larga escala.

Alguns anos após a introdução desse conceito, esses conhecimentos serviram como base para um sistema de produção totalmente inovador, criado no Japão pela marca *Toyota*, num período após a Segunda Grande Guerra.

A realidade encontrada neste país era diferente daquela verificada nos Estados Unidos, uma vez que, o mercado nipónico exigia qualidade assegurada, uma variada gama de modelos e preços reduzidos, apesar das limitações de recursos existentes.

É então que surge o *Toyota Production System* (TPS), um sistema de gestão que para atender às necessidades previamente mencionadas recorre a tecnologias de fabrico flexíveis, sistemas anti-erro, e produção de acordo com a procura.

Com o passar dos anos e o aumento da exigência dos mercados, começou a ser questionado se o TPS poderia ser implementado noutros países e noutras áreas industriais com o mesmo sucesso que havia sido demonstrado.

Como resposta a todas estas dúvidas é criada uma nova filosofia denominada *Lean Production*, termo cunhado pela primeira vez em 1990 por *Womack* no seu livro “*The Machine That Changed The World*”.

*Lean Production* ou *Lean Thinking* pode ser definido como um conjunto de técnicas e ferramentas passíveis de serem aplicadas a um sistema produtivo tendo em mente a eliminação sistemática de desperdícios como meio de melhorar a eficiência e eficácia do processo, tornando-o assim muito mais competitivo. [13]

No contexto da filosofia *Lean*, os desperdícios (*Muda*) são definidos como todas as atividades que do ponto de vista do cliente, não acrescentam qualquer tipo de valor. De acordo com esta ideologia é possível distinguir os desperdícios em sete classes distintas:

- ***Sobreprodução***: situação verificada quando se fabrica antes que seja necessário ou em quantidades superiores às estipuladas. Isto demonstra ser prejudicial para a empresa, uma vez que estão a ser despendidos recursos que poderiam ter uma finalidade muito mais útil. Outra consequência negativa da sobreprodução é inevitabilidade da criação de *stocks* em excesso.

As ferramentas mais adequadas para eliminar este desperdício é ajudar o tempo de produção para que este coincida com o as necessidades dos clientes (*Takt Time*), controlar as quantidades fabricadas através de sistemas com o *Kanban* e implementar o SMED para poder diminuir os tempos de *setup*, tornando economicamente mais atrativas a produção de pequenas quantidades.

- ***Tempos de espera***: Este desperdício refere-se ao tempo de inatividade durante o processo produtivo, quer seja por falta de materiais e/ou informações, o tempo gasto na transição entre operações ou enquanto se aguarda pela conclusão de uma

tarefa. Balancear as linhas para garantir um fluxo contínuo entre as várias etapas e standardizar as várias operações para obter uma maior consistência no método de trabalho e nos tempos despendidos, são as técnicas mais usadas para combater este tipo de desperdícios.

- **Transportes:** Este tipo de desperdício engloba todas as deslocações desnecessárias de bens quer sejam, matérias-primas, materiais, produto semiacabado ou produto final durante o processo de fabrico. Apesar de não acrescentar qualquer valor, estas atividades são cruciais durante o processo, por isso deverão ser reduzidos o máximo possível.

Para auxiliar na obtenção de melhores resultados na redução deste desperdício, a ferramenta mais apropriada é o *Value Stream Map*, uma vez que permite delinear um fluxo contínuo ao longo de todo o processamento.

- **Movimentações:** Tal como nos bens materiais, as deslocações desnecessárias de funcionários também são considerados como um desperdício que deve ser reduzido e se possível eliminado. Isto requer uma reorganização dos postos de trabalhos, com um planeamento cuidadoso dos espaços e da disposição de ferramentas requeridas para as operações efetuadas nesse posto. O método mais adequado para esta situação é a implementação dos 5S

- **Defeitos:** Nesta categoria estão presentes todos os produtos não conformes que irão prosseguir para a sucata ou que necessitam de ser retrabalhados. Em ambos os casos existe um desperdício significativo de recursos humanos como de bens materiais, portanto estas situações deverão ser impedidas. As medidas mais eficazes no combate a este desperdício é a implementação de dispositivos anti-erro (*Poka-Yoke*) nas várias operações, estabelecer processos para que ao detetar uma anomalia, esta possa ser imediatamente corrigida (*Jidoka*), analisar os defeitos detetados mais frequentemente e determinar a sua causa e criar instruções de trabalho para criar um método de trabalho mais *standard*.

- **Inventário:** Quando existem quantidades em inventário superiores àquelas estipuladas pelo cliente, estão a ser desperdiçados recursos vitais como por exemplo espaço de armazenamento. Níveis de inventário em excesso acarretam uma outra desvantagem, uma vez que permitem ocultar as várias falhas existentes.

Esta situação pode ser evitada através da aquisição de materiais e matérias-primas em quantidades suficientes para atender às ordens de produção, ou seja aplicação do *Just-In-Time*, analisar o *Takt Time* para que o tempo de produção esteja de acordo com as necessidades dos clientes, quando aplicável introduzir o SMED para reduzir os tempos de *setup* e introduzir ordens de produção (*Kanban*) para que apenas se produza as quantidades pretendidas.

- **Processamento Inapropriado:** Esta forma de desperdício é frequentemente uma das mais difíceis de detetar e de eliminar e engloba atividades que apesar de estarem inseridas no processo produtivo, não estão adequadas aos requerimentos exigidos pelo cliente, nem acrescentam valor sendo por isso dispensáveis. Para poder aumentar a rentabilidade de um processo, é necessário analisar individualmente cada operação para identificar os pontos cruciais que podem ser otimizados, criando as bases para implementar um sistema de melhoria contínua (*Kaizen*), é também possível recorrer ao *Value Stream Map*, uma vez que fornece uma ampla visão de todas as etapas do processo.

Com o evoluir desta metodologia houve a necessidade de identificar um novo tipo de desperdício para além dos sete desperdícios originalmente estipulados, a subutilização do potencial humano.

Esta forma de desperdício refere-se ao mau aproveitamento das capacidades como a criatividade, motivação e talento inato dos funcionários, que devem ser pensadas como um recurso crucial no desenvolvimento de todo o processo, ao auxiliar na remoção dos desperdícios previamente mencionados. [13]

Para que a implantação da filosofia *Lean* consiga apresentar os resultados desejados é necessário seguir os cinco princípios fundamentais:

- **Identificar Valor:** Antes de poder utilizar as ferramentas e métodos que constituem esta ideologia, é necessário perceber do ponto de vista do cliente, o que pode ser definido como valor nas várias famílias de produtos. Isto significa identificar as necessidades que são atendidas pelas características de cada artigo. Esta análise permite também auxiliar na escolha da melhor altura para que seja feita a sua comercialização, para que os consumidores estejam mais recetivos a pagar uma quantia que considerem adequada.
- **Mapeamento de Fluxo de Valor:** É também necessário proceder a uma análise da totalidade do ciclo produtivo, para que se possa ter perceção das diversas atividades que o constituem.  
Este pressuposto permitirá uma análise global de todo o processo, identificando com exatidão, quais as tarefas que efetivamente acrescentam valor ao produto, as que não adicionam valor mas no entanto não podem ser excluídas e por fim as atividades que não acrescentam qualquer atrativo para o cliente mas não podem ser eliminadas, uma vez que são fundamentais para o processo em questão.
- **Criar Fluxos:** Tendo terminada a apreciação das várias etapas do processo produtivo, identificando as atividades de valor para as diversas famílias de produto,

estão reunidos os requisitos necessários para poder estabelecer um fluxo contínuo desde os materiais por processar até atingir o artigo desejado.

Por norma esta medida é de difícil aplicação, uma vez que para a eliminação dos *stocks* intermédios ser bem-sucedida, é usual recorrer a alterações de responsabilidades e tarefas atribuídos, mudanças que nem sempre são fáceis de aceitar por parte dos funcionários, o que implica um esforço extra para que todo o processo decorra naturalmente.

- **Estabelecer o “Pull”**: este princípio estabelece que a produção só se deve iniciar após o cliente efetuar o seu pedido, caso contrário, os produtos produzidos irão criar grandes quantidades de *stock*, situação que a filosofia *Lean* pretende evitar.

No entanto isto obriga que a resposta às encomendas seja o mais rápida possível, isto significa que todas as fases que integram o ciclo produtivo, desde conceção até alcançar o produto final, deve ter tempos bastante reduzidos.

Esta premissa tem outra vantagem inerente uma vez que, ao aliar a rapidez no processamento dos pedidos efetuados a um grau de qualidade elevado, a satisfação dos clientes será garantida além da possibilidade de atrair outros potenciais consumidores.

- **Procurar a Perfeição**: Com a implantação destas ideologias, surge a vontade de querer fazer mais e melhor, ou seja, o quinto e último princípio foca-se essencialmente na melhoria contínua, através da repetição dos quatro princípios mencionados previamente, uma vez que existem sempre aspetos a serem corrigidos, os resultados apresentados por este sistema de gestão serão cada vez melhores em cada iteração realizada.

### **Caso de sucesso de aplicação da ferramenta Filosofia *Lean***

O exemplo de aplicação da filosofia *Lean* centra-se numa empresa de componentes elétricos, a *General Electric Power Portugal*, cujo principal produto fabricado são disjuntores. Com o objetivo de diminuir os desperdícios ao longo da cadeia logística foi decidido alterar o sistema *Push* que orientava a produção na linha de produção de disjuntores e implementar um sistema *Pull*.

Para poder manter a organização e método do sistema *Pull* foram aplicadas ordens de produção (*Kanbans*), para que se produzisse unicamente as quantidades pedidas pelos clientes. Ao comparar os dados recolhidos, é possível constatar que as medidas aplicadas permitiram reduzir o *lead time* em 30,56% e *stock* intermédio em 17,62%. A redução do *stock* intermédia significou uma poupança de 7546€. [14]

### **3.6. GESTÃO VISUAL**

É possível definir gestão visual como sistema de controle, integrado no pensamento *Lean*, que utiliza indicadores visuais simples para transmitir rapidamente informações de uma forma perceptível, sem margem para qualquer dúvida, isto significa que dois funcionários da empresa deverão ter a mesma interpretação do sinal, independentemente das suas competências.

Como certas ações dependem da leitura destes sinais, de forma a evitar a utilização de intermediários, a simplicidade deve ser imperativa nestes sistemas, reunindo apenas as informações cruciais para o efeito em causa, uma vez que o excesso de dados irá causar dificuldades na leitura dos indicadores, atrasando todo o ciclo.

Para poder implementar um sistema de gestão visual, é crucial requisitar o auxílio dos funcionários, uma vez que a sua experiência é algo fundamental para poder criar indicadores mais eficientes e caso seja necessário efetuar alguns ajustes de forma a adaptar todo o processo a quem o irá utilizar posteriormente. [15]

### **3.7. MEDIDA DO TRABALHO**

A filosofia *Lean* menciona a medida do trabalho, como uma das ferramentas passíveis de ser utilizada, para poder melhorar o ciclo produtivo e diminuir o custo dos produtos fabricados.

Medida do trabalho pode ser definida como a utilização de diversas técnicas com o propósito de estabelecer o tempo padrão que um determinado posto de trabalho demora a realizar uma sequência de operações, ou seja, calcular o tempo que um operador devidamente qualificado a ritmo normal deverá demorar a realizar uma operação, sob condições de trabalho normais e segundo um método definido previamente.

Este cálculo é de grande importância já que fornece várias informações cruciais que são utilizadas para diversas finalidades, como estimativas de custos, uma vez que permite realizar orçamentos exatos de um determinado artigo.

Com os dados obtidos pela medida do trabalho é possível determinar a capacidade disponível e as necessidades de mão-de-obra e equipamento. Para tal é necessário efetuar o balanceamento das linhas e do escalonamento das operações, algo que também auxilia na definição e cumprimento dos prazos estabelecidos.

Por fim, através da medida do trabalho, também é possível efetuar uma avaliação global dos diferentes métodos de trabalho dos operadores, com o objetivo de encontrar o melhor método. A redução e a possível eliminação dos tempos improdutivos é outra das vantagens inerentes deste processo.

No entanto é preciso ter atenção que com qualquer alteração nos métodos de trabalho, os tempos padrão irão perder a sua validade, sendo necessário efetuar novos estudos de forma a comprovar a melhoria do processo. [16]

A medida do trabalho pode calcular os tempos padrão através de seis métodos diferentes:

- *Auto estimativa;*
- *Amostragem do trabalho;*
- *Estudos dos tempos por cronometragem*
- *Registo de dados históricos*
- *Tempo Standard;*
- *Tempos de movimentos pré-determinados*

No entanto, apenas será feita a descrição da Amostragem e da Cronometragem, uma vez que foram os únicos utilizados ao longo da dissertação.

### **3.7.1. AMOSTRAGEM DO TRABALHO**

Esta técnica consiste em observar os trabalhadores em instantes aleatórios, como forma de avaliar o tempo gasto a exercer as diferentes tarefas, uma vez que é possível aproximar a percentagem do número de observações que um funcionário está a realizar uma determinada operação à percentagem de tempo total consumido por essa atividade.

A amostragem do trabalho é um método que permite estudar em simultâneo diversas operações, sem alterar o ritmo normal de trabalho dos operadores e não requer formação específica por parte do observador, uma vez que basta olhar para identificar as operações que o funcionário está a realizar. No entanto esta técnica tem algumas desvantagens como o facto de necessitar de um grande número de observações, não permitir uma divisão tão detalhada das várias operações como o estudo dos tempos por cronometragem e os dados recolhidos não consideram as diferenças individuais existentes quando mais do que um trabalhador realiza a mesma operação, uma vez que apenas fornece um valor médio. [17]

Para poder realizar um estudo de amostragem do trabalho é necessário seguir as seguintes etapas:

1. Determinar qual a tarefa (ou grupo) sobre o qual irá incidir o estudo
2. Informar os funcionários que irá decorrer o estudo
3. Descrever as operações analisadas
4. Listar as operações que o operário irá realizar
5. Efetuar uma breve amostragem para poder calcular uma estimativa da frequência da atividade em estudo
6. Calcular o número de observações necessárias ( $n$ )

O valor de  $n$  irá depender da precisão estipulada para este estudo e da variabilidade dos dados.

Aqui é utilizada a mesma teoria estatística que o estudo dos tempos por cronometragem recorre

#### **EQUAÇÃO 1 - NÚMERO MÍNIMO DE OBSERVAÇÕES NECESSÁRIAS**

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

$n$  - Número de observações

$Z$  - Valor da curva normal estipulado pelo valor do grau de confiança pretendido. Valor retirado da curva normal após calcular

#### **EQUAÇÃO 2 - FÓRMULA PARA CALCULAR O VALOR QUE IRÁ SER LIDO NA CURVA NORMAL**

$$\left[ 1 - \left( \frac{1 - \text{grau de confiança}}{2} \right) \right] \quad (2)$$

$p$  - Proporção estimada ou avaliada de tempo de atividade que está a ser estudada.

$q$  -  $1-p$

$e$  - Precisão pretendida para o estudo

7. Criar um registo com as atividades em estudo
8. Observar o operário, para poder avaliar e registar as atividade que está a executar. Com os dados retirados recalculer  $n$
9. Analisar o tempo despendido no estudo e o número de unidades aceitáveis
10. Calcular o tempo normal

**EQUAÇÃO 3 - CÁLCULO DO TEMPO NORMAL**

$$NT = \frac{(\text{tempo total}) \cdot (\% \text{trabalho}) \cdot (PR)}{\text{número de unidades terminadas}} \quad (3)$$

11. Utilizando o  $NT$  calcular o tempo padrão

**EQUAÇÃO 4 - CÁLCULO DO TEMPO PADRÃO**

$$ST = NT \times AF \quad (4)$$

$ST$  - Tempo padrão

$NT$  - Tempo normal

$AF$  - Fator de concessão. Existem duas formas diferentes de calcular este valor:

- Se as concessões forem uma percentagem do tempo total

**EQUAÇÃO 5 - FATOR DE CONCESSÃO TENDO EM CONTA O TEMPO TOTAL**

$$AF = \frac{1}{1 - \%A_{Total}} \quad (5)$$

- Se as concessões forem uma percentagem do tempo de trabalho

**EQUAÇÃO 6 - FATOR DE CONCESSÃO TENDO EM CONTA A PERCENTAGEM DO TEMPO DE TRABALHO**

$$AF = 1 + \%A_{Total} \quad (6)$$

**3.7.2. ESTUDO DOS TEMPOS POR CRONOMETRAGEM**

Este método foi criado por *Frederick Taylor* e consiste em utilizar cronômetros para medir o tempo necessário para realizar as tarefas que estão a ser avaliadas. Atualmente é uma das técnicas mais utilizadas para medir a capacidade produtiva e aplica-se preferencialmente a tarefas breves e repetitivas.

Uma vantagem desta metodologia é o fato de ter em consideração elementos relacionados com o operador, como a destreza a realizar a operação, devido à sua influência direta no processo produtivo.

Além de ser necessário um operador qualificado e um método adequado para poder realizar um estudo de tempos por cronometragem também é preciso contabilizar as concessões permitidas, ou seja a percentagem do tempo médio de trabalho que é permitida para atrasos inevitáveis, como por exemplo a fadiga do operário. [18]

Tal como na amostragem este método está dividido em diversas etapas:

1. Recolher os dados mais importantes sobre a operação em estudo
2. Selecionar e / ou instruir os trabalhadores que forem necessários para que a execução da função em estudo decorra de acordo com o método pretendido
3. Comunicar aos operadores sobre a realização do estudo
4. Observar o ciclo produtivo, o número de vezes suficientes para poder identificar as várias etapas do ciclo produtivo
5. Decompor o ciclo produtivo nas etapas previamente identificadas, uma vez que permite obter um melhor conhecimento do processo além de poder ajustar o tempo da etapa de acordo com o ritmo de trabalho.
6. Estipular um método para cada etapa identificada
7. Cronometrar e registar o tempo que o operário necessita para realizar uma dada operação. Esta cronometragem pode seguir um de três métodos distintos;
  - Método repetitivo ou com retorno a zero
  - Método contínuo
  - Método acumulativo
8. Calcular o número de cronometragens necessárias de acordo com a precisão estipulada, tendo em atenção os valores aberrantes, uma vez que podem ter sido mal cronometrados. É possível efetuar este cálculo em três passos:

- Efetuar 10 a 15 observações
- Calcular  $n$  através de um gráfico ou da equação correspondente

**EQUAÇÃO 7 - EXPRESSÃO PARA CALCULAR O NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS**

$$n = \left( \frac{Z \cdot s}{A \cdot \bar{x}} \right)^2 \quad (7)$$

$n$  - Número de observações

$A$  - Precisão pretendida para o estudo

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

$Z$  - Valor da curva normal estipulado pelo valor do grau de confiança pretendido. Valor retirado da curva normal após calcular

**EQUAÇÃO 8 - FORMULA PARA CALCULAR O VALOR QUE IRÁ SER LIDO NA CURVA NORMAL**

$$\left[ 1 - \left( \frac{1 - \text{grau de confiança}}{2} \right) \right] \quad (8)$$

$s$  - Desvio padrão das observações já realizadas

**EQUAÇÃO 9 - FORMULA PARA CALCULAR O DESVIO PADRÃO DE UMA AMOSTRA**

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n - 1}} \quad (9)$$

- Continuar as observações até alcançar o  $n$  determinado

9. Para cada etapa, determinar o tempo médio em diferentes momentos

10. Adicionar os tempos das diferentes etapas do trabalho

11. Analisar o ritmo do operador

12. Efetuar ajustes ao tempo médio medido de acordo com a destreza ou o ritmo de trabalho observados

13. Definir as concessões para necessidades pessoais, atrasos inevitáveis e fadiga do operador

14. Calcular o tempo padrão. Este valor é obtido através da seguinte equação

**EQUAÇÃO 10 - FORMULA PARA CALCULAR O TEMPO PADRÃO DE UMA OPERAÇÃO**

$$ST = NT \times AF \quad (10)$$

*ST* - Tempo padrão

*NT* - Tempo normal, que é calculado pela seguinte expressão

**EQUAÇÃO 11 - FORMULA PARA CALCULAR O TEMPO NORMAL DE UMA OPERAÇÃO**

$$NT = CT \times PR \quad (11)$$

*CT* - Tempo de ciclo

*PR* - Fator de ritmo

*AF* - Fator de concessão. Existem duas formas diferentes de calcular este valor:

- Se as concessões forem uma percentagem do tempo total

**EQUAÇÃO 12 - FATOR DE CONCESSÃO TENDO EM CONTA O TEMPO TOTAL**

$$AF = \frac{1}{1 - \%A_{Total}} \quad (12)$$

- Se as concessões forem uma percentagem do tempo de trabalho

**EQUAÇÃO 13 - FATOR DE CONCESSÃO TENDO EM CONTA A PERCENTAGEM DO TEMPO DE TRABALHO**

$$AF = 1 + \%A_{Total} \quad (13)$$

**Caso de sucesso de aplicação da ferramenta Medida do Trabalho**

O caso de estudo da aplicação da medida do trabalho decorreu na *Amishoes*, uma empresa de calçado, que, decidiu avaliar se os tempos padrão estimados eram adequados às funções executadas, devido ao papel crucial que o ser humano tem na produção é necessário que os tempos padrão estipulados sejam justo e imparciais.

Para efetuar esta avaliação, foi necessário recorrer ao estudo dos tempos por cronometragem, uma vez que este contabiliza o tempo necessário para executar uma tarefa

tendo em conta também o ritmo de trabalho e os elementos associados a cada operário como a destreza ou fadiga.

Ao efetuar a comparação entre os tempos padrão estipulados e aqueles que foram calculados neste estudo, é possível constatar que há discrepâncias nos valores, o que conseqüentemente indica a necessidade de rever e ajustar todos os tempos definidos. [19]

### 3.8. MODELO DE ESTUDO DO TRABALHO

A metodologia do estudo do trabalho como é geralmente denominada, consiste em 2 técnicas interligadas, o estudo dos métodos e a medida do trabalho que paralelamente avaliam o método definido para uma operação e o tempo necessário para a executar.

Estas técnicas permitem quantificar o tempo ganho quando se fazem alterações no método de e se é possível eliminar tempos improdutivos estipulando um novo método de trabalho.

Para que as empresas consigam aplicar as técnicas mencionadas, é necessário conhecer em primeiro lugar as causas dos seus problemas, caso contrário, as reestruturações das linhas de montagem não irão surtir o efeito desejado, o que por vezes leva as empresas a preterirem estas técnicas por outras mais abrangentes como as filosofias da melhoria contínua.

De forma a assegurar os resultados pretendidos foi desenvolvida uma metodologia de análise e melhoria do processo, que consiste em 4 etapas sequenciais e distintas, cada uma com um determinado número de ferramentas ao seu dispor (ver Tabela 2). [20]

**TABELA 2 - FERRAMENTAS MAIS COMUNS PARA CADA ETAPA DO PROCESSO**

Etapa	Ferramentas disponíveis para cada etapa
Seleção dos processos a analisar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inquérito orais</li> <li>• Checklists dos problemas globais</li> <li>• Diagrama ABC</li> </ul>
Identificação dos principais problemas (causas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de encadeamento</li> <li>• Gráfico de análises</li> <li>• Gráfico de circulação</li> <li>• Redes PERT ou CPM</li> <li>• Histogramas de cargas e de avarias</li> <li>• <i>Value stream map (VSM)</i></li> </ul>
Formulação do plano de melhorias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudos ergonómicos</li> <li>• Gráfico de duas mãos</li> <li>• Técnica SMED</li> <li>• Diagrama homem-máquina</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráficos de circulação</li> <li>• Técnica de controlo da produção</li> <li>• Algoritmos de balanceamento</li> </ul>
Validação do plano de melhorias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de produção</li> <li>• Eficácia</li> <li>• Eficiência</li> <li>• Amortização do plan</li> </ul>

### 3.9. PICKING

*Picking* é um processo que pode ser definido como o conjunto de atividades necessárias para localizar e recolher os materiais alocados num armazém com o objetivo de atender à procura por parte dos clientes.

Apesar de ser uma operação que requer bastantes recursos, é um dos processos mais relevantes para o funcionamento de um armazém e as melhorias aplicadas têm resultados mais significativos.

O processo de *picking* pode ser dividido em duas atividades principais:

- Movimentação entre a localização dos produtos pretendidos
- Recolha dos produtos

No entanto tarefas como a recolha de informação e a recolha de um veículo que permita transportar os produtos também são parte integrante de todo o processo.

Quando este conceito é aplicado a uma linha de montagem, o propósito passa a ser abastecer os postos de trabalho com os componentes necessários. Para auxiliar o funcionamento deste processo é necessário criar uma lista de *picking*, que é um documento onde estão descritos todos os componentes necessários para produzir uma determinada ordem de produção. [21]

#### **Caso de sucesso de aplicação da ferramenta *Picking***

O exemplo desta ferramenta consiste na melhoria do *layout* de um armazém de produtos não perecíveis, pertencente ao grupo Jerónimo Martins e que se situa na região norte de Portugal.

Esta melhoria tem como objetivo aumentar a produtividade do armazém, diminuir os seus custos operacionais e aumentar a sua capacidade de armazenamento, melhorando assim o desempenho global deste armazém.

Antes de poder definir o novo *layout* foi necessário catalogar os diversos produtos de forma a recolher os dados requeridos para conseguir determinar a melhor posição para os artigos.

Após a implementação da proposta apresentada, os resultados demonstram que o novo *layout*, é mais eficaz e eficiente, já que permite reduzir em 15,11% a distância média até ao primeiro ponto de recolha, além da diminuir o trajeto necessário para executar uma guia. Outras vantagens desta melhoria são o aumento de 15,71% da capacidade de armazenamento de paletes, a redução das distâncias efetuadas por arrumações e a redução de 45% da dispersão das famílias de artigos. [22]

# 4. PROPOSTAS DE MELHORIA

## 4.1. MELHORIA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LINHAS

### 4.1.1. MELHORIA DO SISTEMA DE TRANSPORTE DE PERNAS

#### Análise do problema

Ao longo das várias secções desta unidade fabril, verifica-se a presença de inúmeros carros de transporte (Figura 17), que facilitam as movimentações de peças como as pernas e as grelhas entre os postos de trabalho.

No entanto, como na secção da montagem, são utilizadas diferentes gamas de pernas com diversos formatos e dimensões, foram construídos vários carros como forma de responder a esta necessidade (Figura 18). Esta situação apresenta uma grande desvantagem, uma vez que caso não haja veículos disponíveis para um certo tipo de perna, as peças irão ser colocadas em caixas de cartão para que seja possível efetuar o seu transporte, o

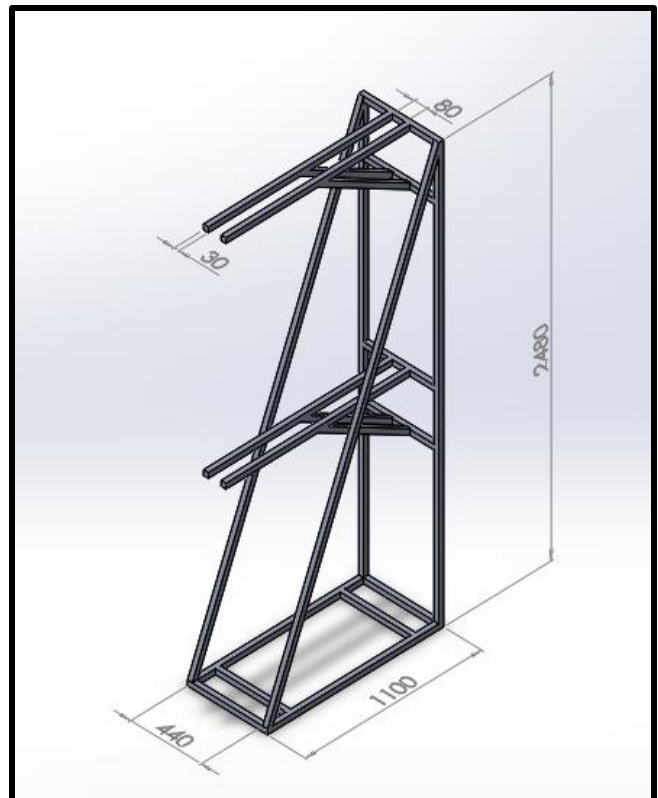
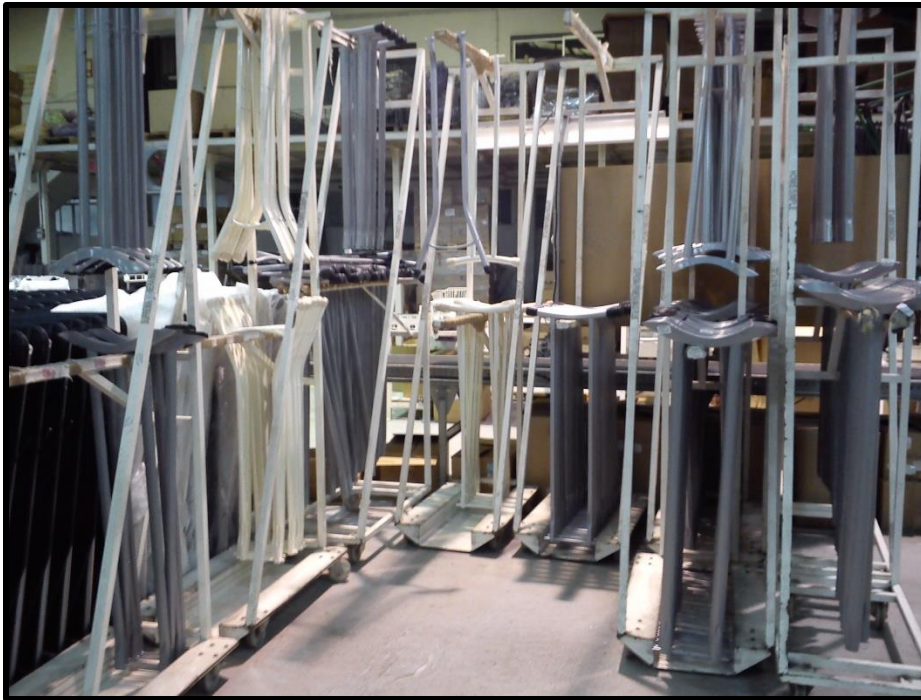


FIGURA 17 - MODELO 3D DOS VEÍCULOS EXISTENTES

que acarreta mais custos e aumenta o tempo do processo.



**FIGURA 18 - VÁRIOS CARROS DE TRANSPORTE PARA DIFERENTES GAMAS DE PERNAS**

Outra grande desvantagem apontada é a altura, uma vez que o elevado número de horas despendidas na colocação de ponteiras nas pernas, exige um grande esforço dos operários de menor estatura. Esta característica acarreta também outra problemática, uma vez que a altura é inversamente proporcional à estabilidade, significa que quanto maior for a altura do carro, menor será a sua estabilidade, o que conseqüentemente aumenta o risco de queda. Além dos danos materiais, a queda de um destes veículos poderá causar ferimentos em qualquer funcionário da empresa que esteja nas suas imediações.

Uma solução encontrada para esta questão foi baixar os suportes das pernas, para que consigam ser posicionados a uma altura mais ergonômica. Para tal foi necessário substituir a base tubular onde assenta toda a estrutura por uma de chapa metálica na base do carro.

No entanto, nos veículos em que a base foi reestruturada para ser formada por uma chapa metálica foi detetada uma nova situação problemática. Apesar da diminuição da altura conferir mais estabilidade, o esforço causado pela carga que cada carro transporta e pelas irregularidades do chão, vai deformando a chapa com o decorrer do tempo, criando desníveis que tornam o carro mais inseguro, uma vez que o peso não será distribuído igualmente pelas quatro rodas.

### **Proposta apresentada**

Como forma de solucionar esta questão, surge a ideia de projetar um carro *standard* que seja compatível com os diferentes formatos de pernas existentes. Este carro também irá auxiliar a organização do espaço, uma vez que será muito mais simples e rápido calcular a área necessária para um determinado número de peças.

Para conceber o novo modelo, foi necessário reunir dados como dimensões, formato e peso dos vários modelos, para poder perceber as várias restrições impostas.

Das diferentes gamas de pernas fabricadas, apenas foram excluídas desta análise as que pertencem à Linha *Laurastar* e *Rowenta*, uma que vez que as pernas que abastecem essas linhas possuem sistemas de transporte próprios.

Antes de se poder conceber um carro universal, é necessário identificar e quantificar os diversos modelos já existentes, para poder perceber as características que diferenciam, uma vez que existem várias diferenças quer nas dimensões, formato dos apoios e da base, altura e capacidade.

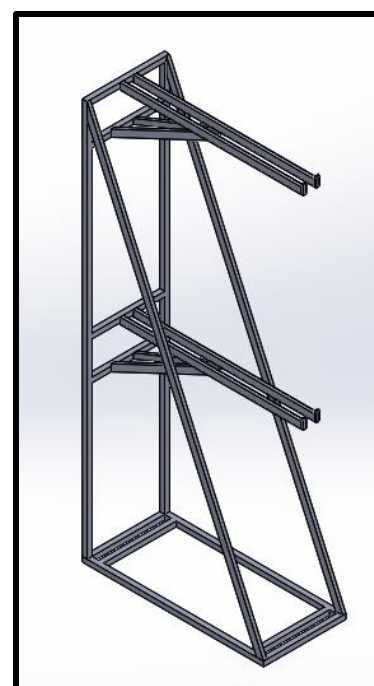
No entanto a principal característica que os permite distinguir é o tipo de pernas a que são destinados e é com base nesse critério que foi feita a sua classificação (Tabela 3).

De forma a não perturbar o funcionamento das linhas de montagem, as peças retiradas para realizar o estudo, encontravam-se armazenadas antes de seguirem para a linha de montagem.

**TABELA 3 - TIPOS DE CARROS E RESPECTIVO NÚMERO DE UNIDADES**

Tipo de Carro	Quantidade de Veículos
<i>Homie/Simple</i>	38
<i>Suprema/Maxi Plus</i>	30
<i>Teflonix/Ergon</i>	4
<i>Metálica</i>	22
Total	94

Este novo modelo (Figura 19) assenta numa base tubular, tal como os modelos mais antigos, visto ser menos suscetível às deformações que as bases de chapa, no entanto os tubos dos suportes das pernas e dos apoios diagonais foram substituídos por outros que conferem uma maior rigidez. Na extremidade dos apoios, foi acrescentada uma pequena porção de tubo ou um pequeno arame para prevenir que o deslizamento das pernas nos apoios, resultante das movimentações, provoque a queda de peças. No Anexo B está o desenho técnico deste projeto.



**FIGURA 19 - MODELO 3D DO CARRO UNIVERSAL CONCEBIDO**

No entanto, as alterações mais significativas são a nova cota entre os apoios e o facto de se deslocar aproximadamente 55 milímetros, um dos tubos que constitui o suporte direito para que este fique diagonal em relação ao tubo onde irão assentar as pernas. Com estas

alterações, tanto as pernas de formato curvo como as restantes poderão deslizar sem qualquer problema, garantindo assim que a questão da compatibilidade está resolvida.

Para efeitos de simplificação, a restante estrutura dos veículos foi mantida, efetuando apenas pequenos ajustes que de forma a aumentar a segurança e a manobrabilidade destes veículos.

### Validação da proposta

Como esta proposta requer um investimento (descrito no Anexo C) para proceder à sua implantação, foi efetuada a validação deste protótipo para perceber quais eram as mais-valias que este projeto iria trazer, antes de iniciar a sua implantação, ou seja, perceber quais irão ser os ganhos monetários com a utilização dos novos veículos.

Um dos principais ganhos destes novos veículos é o facto de não necessitar de recorrer a caixas de cartão. Como o carro é universal, outra operação que deixará de ser necessária é a troca de pernas entres os diferentes modelos de carros.

**TABELA 4 - CÁLCULO DOS CUSTOS DA UTILIZAÇÃO DE CAIXAS DE CARTÃO**

Operação de Montagem de caixas de cartão			
Tipo de caixa usada	Origem da paleta	Tempo total da operação (seg.)	Custo de cada operação
Caixa usada	S. Pintura	30	0,06 €
Caixa nova	S. Pintura	42	4,58 €
Caixa usada	Armazém	80	0,16 €
Caixa nova	Armazém	92	4,68 €

Transporte de peças			
Origem	Destino	Tempo (seg.)	Custo de cada transporte
Carro	Carro	118	0,23 €
Caixa	Carro	305	0,59 €

Da Tabela 4 é possível perceber o valor poupado nas diferentes operações que o carro universal irá evitar. Apesar das várias situações descritas, a mais comum é a utilização de caixas usadas com paletes que se encontram na secção da pintura e que representa o ganho mais pequeno (0,06€).

A frequência dos eventos mencionados é dependente da carga de trabalho, ou seja quanto menor for a carga de trabalho menor será a frequência com que estas situações irão acontecer.

## Implementação da proposta

O processo de implementação começou por construir dois exemplares do protótipo, para que o seu funcionamento fosse validado nas linhas de montagem. Neste teste foi pedido que os funcionários desta secção efetuassem as diversas atividades de forma a identificar possíveis problemas de *design*, que impossibilitassem o funcionamento previsto.

No teste efetuado os veículos demonstraram ser apenas ineficazes no transporte de Pernas Metálicas, uma vez que as suas dimensões inferiores dificultam as movimentações, atrasando desse modo o processo produtivo dessa tábua.

No entanto, como o carro teste foi aprovado pelos intervenientes para os restantes tipos de modelos, a construção dos novos veículos foi aprovada numa primeira fase para todos os carros à exceção dos que se destinavam unicamente às Pernas Metálicas.

Foi também necessário estipular como iria decorrer o processo de construção, isto significa optar por construir novos veículos ou adaptar os já existentes. A opção de substituir a totalidade da frota, em vez de modificar a já existente, foi prontamente posta de parte, uma vez que seria uma operação muito demorada e que consumiria muitos recursos, além de todo o desperdício formado com os materiais dos veículos anteriores.

Antes de se poder iniciar o trabalho foi necessário detalhar as modificações e os materiais necessários de acordo com os vários modelos, uma vez que as adaptações necessárias irão diferir entre cada tipo de veículo, pois alguns carros já se encontram, em certos aspetos, idênticos ao modelo desenhado.

Um fator crucial que é preciso ter em conta ao longo de todo este trabalho é o montante despendido em cada uma das alterações. Como se pretender reduzir ao máximo o valor investido, ficou acordado que algumas características dos carros irão diferir do modelo tendo em vista diminuir os custos, desde que a estabilidade e a funcionalidade sejam asseguradas.

Assim sendo é possível listar as diferentes alterações realizadas, explicando o motivo de terem sido realizadas e os materiais necessários:

- *Reforçar as bases de chapa usando tubos de 30x30 mm*

Estes tubos irão ser colocados na parte inferior da base (Figura 20), para aumentar a rigidez estrutural dos carros, garantindo uma maior estabilidade. Apesar deste tipo de base já ter na sua constituição alguns reforços, estes demonstraram não ser suficientes para aguentar os esforços a que a estrutura está sujeita. Na Figura 21, é possível ver a base já com as alterações propostas.

Este reforço é necessário, porque como foi previamente mencionado, as irregularidades existentes no chão juntamente com o peso das pernas durante o transporte, criam

deformações nas chapas que constituem a base, uma das principais causas para a diminuição da estabilidade do veículo.



**FIGURA 20 - CARRO COM CHAPA DE CHAPA INALTERADA**



**FIGURA 21 - CARRO COM BASE DE CHAPA JÁ REFORÇADA**

Esta alteração permitiu aumentar o espaçamento entre as rodas e assim evitar o uso de parafusos que inicialmente fixavam a estrutura da roda ao carro, já que essa união passará a ser feita através de um cordão de soldadura (Figura 22).

Para efetuar essa operação foi preciso alterar a cota do espaçamento das rodas, para que o seu posicionamento fosse o mais próximo possível da extremidade da base do carro, aumentando a área de distribuição do peso, tornando-o mais estável.



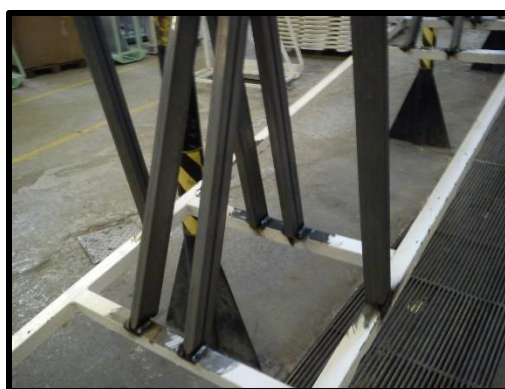
**FIGURA 22 - CARRO COM RODA JÁ SOLDADA AOS REFORÇOS APLICADOS**

- *Aplicar reforços nos suportes diagonais*

Esta medida tem como objetivo garantir uma maior integridade estrutural, conferindo assim uma maior manobrabilidade do carro, tornando as deslocamentos mais práticas e seguras.

Os reforços são constituídos por tubos de 30x30 mm que irão ser soldados ao apoio diagonal e a estrutural vertical do carro. Esta disposição tem como propósito distribuir o esforço exercido pelo operário ao empurrar o carro e assim diminuir o desgaste causado pela encurvadura no suporte diagonal.

Foi também necessário verificar a altura a que serão colocados estes reforços, uma vez que não podem ser coincidentes com os suportes das pernas. Caso ambos estivessem ao mesmo nível não seria possível ao operador colocar os terminais nas pernas.



**FIGURA 23 - COMPARAÇÃO ENTRE A ESTRUTURA ORIGINAL E A MODIFICADA**

- *Trocar os tubos de 30x30 mm dos suportes das pernas por tubos 40x20 mm*

Esta modificação permitirá os suportes resistirem melhor à flexão causada pelo peso das pernas que terão de transportar, tornando o veículo mais robusto. Esses apoios necessitam de ser colocados com o espaçamento pretendido, visto que a compatibilidade com a vasta gama de pernas fabricadas, característica fundamental deste projeto, está intrinsecamente ligada a essa dimensão e mesmo um pequeno desvio pode impedir a compatibilidade pretendida. A Figura 24 faz a comparação entre os dois tubos.



**FIGURA 24 - COMPARAÇÃO ENTRE OS TUBOS USADOS**

- *Acrescentar um batente na extremidade de cada suporte*

Uma vez que as oscilações resultantes das deslocções fazem as pernas deslizar ao longo dos suportes caso não exista um travão na extremidade do apoio, a queda das peças é algo inevitável.

Esta situação constituiu um risco identificado para a integridade física dos trabalhadores, havendo inclusive relatos da ocorrência de incidentes com pouca gravidade causados pela queda de peças dos carros.

Cada carro irá necessitar de um batente por apoio, ou seja, na totalidade cada veículo precisará de quatro batentes. Cada um desses batentes será formado por um pequeno tubo de 10x20 mm que será soldado na extremidade do suporte (Figura 25).



**FIGURA 25 - BATENTE ACRESCENTADO NO FINAL DE CADA APOIO**

Antes que os carros sejam postos a circular é necessário revestir os batentes, uma vez que o contacto direto entre o metal e as pernas poderia danificar a pintura, situação que deve ser evitada a todo custo. A solução adotada foi encaixar um terminal que normalmente é utilizado na montagem das tábuas, uma vez que é constituído por um material resistente ao desgaste e tem um baixo custo para a empresa. (Figura 26).



**FIGURA 26 - TERMINAL A REVESTIR O BATENTE PARA NÃO DANIFICAR AS PEÇAS**

Com as várias modificações necessárias devidamente detalhadas e antes de se iniciar efetivamente as modificações foi preciso acertar pormenores como a nova cor dos veículos e os revestimentos que irão ser aplicados nos suportes, duas características comuns a todos os veículos tal como planejar as várias fases de alteração dos carros.

Para serem facilmente identificados, os novos veículos irão ser pintados de uma cor diferente da atual, algo que também ajuda a perceber o ritmo a que decorre a transição, facilitando a sua identificação.

A seleção da nova cor foi facilmente conseguida uma vez que, para rentabilizar os recursos existentes, a lista de tonalidades consideradas como disponíveis, era formada por cores pouco utilizadas no processo produtivo e com quantidades em *stock* nos armazéns da empresa. Após analisar as hipóteses possíveis, a escolha recaiu para um tom verde-claro, algo que difere da cor branca com que os modelos antigos estavam pintados.

O revestimento dos apoios também será alvo de renovação, uma vez que nos modelos antigos eram utilizados desperdícios (tecidos e espumas), como maneira de reaproveitar esses materiais. No entanto, o elevado ritmo de desgaste que obrigava a reparações constantes e o acumular de sujidade nos panos são motivos que fundamentam a necessidade encontrar uma nova solução.

Portanto foi preciso estudar as hipóteses disponíveis, analisando com o devido cuidado, as desvantagens e vantagens de cada uma, de forma a optar pela solução mais adequada.

Depois de pesquisar possíveis soluções e inquirir alguns funcionários, foram encontradas duas alternativas à solução que se encontrava em vigor. Na Tabela 5 são apresentados os vários aspectos de cada hipótese encontrada, permitindo efetuar comparações entre si e com o modelo que era usado.

**TABELA 5 - TABELA COMPARATIVA DAS HIPÓTESES PARA OS REVESTIMENTOS DOS APOIOS**

Material de Revestimento	Vantagens	Desvantagens
<i>Barras de nylon</i>	-Maior resistência ao desgaste; -Facilita o movimentar das peças;	-É necessário adquirir os materiais -Tempo despendido na aplicação
<i>Cartão prensado</i>	-Não tem custos para a empresa; -Formato igual aos apoios	-Os lotes de alumínio já não utilizam esse material; -Facilmente desgastado;
<i>Desperdícios da costura (modelo antigo)</i>	-Não tem custos para a empresa; -Reaproveita desperdícios da Secção de Costura	-Desgasta-se rapidamente; -A cola pode danificar a pintura das peças -Acumulação de sujidade nos tecidos -Dificulta a movimentação das peças

Após analisar os dados da tabela, foi possível concluir que a opção mais viável para aplicar nos carros seriam as barras de *nylon*, uma vez que este material apresenta uma elevada resistência ao desgaste, característica fundamental no processo de seleção. Este material já tinha sido utilizado em carros que transportam outros tipos de peças, e os resultados demonstrados comprovam o seu bom desempenho. A Figura 27 apresenta um veículo já com o revestimento de *nylon* aplicado.



**FIGURA 27 - CARRO COM SUPORTES REVESTIDOS A NYLON**

No entanto apresenta desvantagens como os custos de aquisição das placas de *nylon* e cola vedante, os dois materiais que são requeridos e o facto de ser necessário um operário qualificado de forma a diminuir a probabilidade de ocorrência de defeitos durante a sua utilização.

A hipótese de revestir os apoios recorrendo a tiras de cartão prensado foi excluída, porque apesar da sua fácil aplicação e de não ter encargos monetários, as condições de trabalho a que estaria sujeito iriam desgastar facilmente as proteções. Como esse problema é comum aos revestimentos de tecido e espuma, e aliado ao facto de já não ser um material de fácil aquisição, visto que nos lotes de alumínio mais recentes já não são utilizados esses tipo de revestimento, retiram por completo esta solução do leque de opções.

Por fim, foi preciso conceber uma estratégia para este processo de forma a evitar que a alteração dos setenta e dois veículos previstos para esta fase inicial consumisse recursos vitais, necessários para atender às encomendas previstas. A solução alcançada consiste em dividir a totalidade dos carros a ser alterados em pequenos grupos, para que sejam alterados gradualmente.

Esta premissa é um ponto fulcral no planeamento da alteração dos carros e requer um cuidado extra, uma vez que é fundamental existir coordenação entre as secções da serralharia, pintura e montagem, para que não haja perturbações no normal funcionamento, sem esquecer, no entanto as necessidades que cada departamento apresenta.

Para a secção da pintura isto significa que o número de carros indisponíveis deverá ser o menor possível para evitar que os funcionários recorram a caixas de cartão para colocar as pernas acabadas de produzir, situação que além de atrasar o processo produtivo e aumentar o risco de danificar as peças durante o seu transporte e manuseamento, acarreta também um custo para a empresa proporcional por cada caixa consumida.

No entanto se esse número for diminuto, esta secção também irá ser prejudicada, uma vez que a necessidade de mudar de cor para a tonalidade pretendida nos carros, implica um número mínimo de unidades pintadas para tornar a operação rentável, devido ao tempo de *setup* de algumas máquinas.

A secção da serralharia também apresenta as suas condicionantes, uma vez que o funcionário encarregue de proceder às modificações na estrutura do carro, está também atribuído à produção e a várias ações de manutenção, logo a sua disponibilidade para modificar os carros irá depender principalmente do volume de trabalho pendente e do seu grau de urgência. É importante salientar este fator, pois devido a essa incerteza na disponibilidade do funcionário não é possível calcular uma data para o final da operação.

Para a secção da montagem o ideal seria que a alteração dos carros fosse realizada numa altura em que o número de tábuas a produzir seja menor que o normal, visto que, deste modo a disponibilidade de carros seria maior e não iria interferir com o funcionamento desta secção.



**FIGURA 28 - GRUPO DE SEIS CARROS A SER ALTERADO**

Tendo em mente as restrições mencionadas, foi acordado com os vários departamentos envolvidos no processo, que o número de unidades em cada grupo de carros a ser alterado, poderia variar entre seis a dez (Figura 28).

No final da duração deste estágio (7 de Agosto de 2015) estavam modificados 44 dos 72 veículos existentes. Na Figura 29 demonstra um veículo já alterado e pronto a funcionar.



**FIGURA 29 - CARRO UNIVERSAL**

### **Ganhos reais**

Durante o processo de implantação desta melhoria foi possível calcular os ganhos reais com a utilização dos veículos, recorrendo a um teste prático com um dos novos veículos e um modelo antigo. O teste consiste que os dois veículos carregados percorram o mesmo trajeto para verificar a diferença entre os tempos.

**TABELA 6 - RESULTADOS DO TESTE DE VALIDAÇÃO DO CARRO UNIVERSAL**

Tempo gasto num trajeto com a carga máxima (seg.)	
Modelo antigo	27
Modelo novo	20
$\Delta t$	7 seg

A Tabela 6 demonstra como o novo veículo realiza o trajeto em menos sete segundos, o que confirma as melhorias na manobrabilidade do novo veículo.

#### 4.1.2. MELHORIA DO MEIO DE TRANSPORTE DE PERNAS ROWENTA

##### Análise do problema

Como o formato e modo de montagem das pernas que pertencem a esta linha difere das restantes, também o modo como são transportadas é uma situação particular, isto porque não utiliza um carro, mas sim uma estante construída para essa única finalidade, no entanto também neste meio de transporte está presente o *Problema nº 2*.

Em comparação com os carros, a capacidade da estante é muito superior, sendo capaz de transportar aproximadamente 1440 peças (1008 pernas grandes e 432 pernas pequenas), conseqüente o peso que terá de ser movimentado será também muito maior, o que implica o uso de uma porta paletes para realizar as deslocações.

Uma das principais desvantagens deste método de transporte é o facto de que a estante tem um comprimento superior ao dos garfos da porta paletes. Esta situação não tem problema enquanto a estante se encontra vazia, uma vez que o peso da estrutura é facilmente suportado pelo porta paletes, no entanto quando são colocadas as peças, o peso adicionado força que dois apoios vão a raspar no chão, dificultando todo o processo e tornando-o mais lento além de que implica que sejam necessários dois operários para fazer essa operação.

##### Proposta apresentada

Para permitir que as movimentações sejam mais seguras e eficazes, a solução mais eficaz encontrada foi substituir os apoios por seis rodas distribuídas uniformemente por toda a base da estrutura da estante.

O primeiro passo desta medida consistiu em calcular o peso total que será distribuído pelas rodas, de forma a poder seleccionar o diâmetro (Tabela 7).

TABELA 7 - CÁLCULO DO PESO TOTAL A TRANSPORTAR

	Perna Grande	Perna Pequena
Peso de 1 perna (Kg)	0,475	0,410
Nº de pernas/carro	1008	432
Peso Total (Kg)	478	177

$$\begin{aligned} \text{Peso Total (a transportar)} &= 478 + 177 + \text{peso da estrutura} \\ &= 655 \text{ Kg} + \text{peso da estrutura} \end{aligned}$$

Para simplificar o processo, foi utilizado o mesmo tipo de rodas (Figura 30) que são aplicadas nos carros que transportam os outros tipos de pernas, ajustando apenas para o

diâmetro pretendido, uma vez que já tinham demonstrado a sua capacidade em aguentar as movimentações de cargas. Deste modo foi possível optar por dois modelos comercializados pela Mecanarte.

**TABELA 8 - CAPACIDADE MÁXIMA DE CARGA PARA AS RODAS SELECIONADAS**

	<i>Rodízio 125/NS <math>\phi</math>80</i>	<i>Rodízio 125/NS <math>\phi</math>100</i>
Peso que 1 roda suporta (Kg)	150	180
Peso que 6 rodas suportam (Kg)	900	1080

Ao observar a Tabela 8 é possível constatar que ambas as rodas ultrapassam largamente os 655 Kg que necessitam suportar. É importante salientar que o peso da estrutura não foi determinado uma vez que existe uma grande margem entre o peso máximo que as rodas suportam e o peso total das peças a transportar, logo o peso da estrutura não seria suficiente para afetar os cálculos realizados.



### **Implementação da proposta**

**FIGURA 30 - EXEMPLO DE RODAS QUE IRÃO APLICADAS NA ESTRUTURA**

Como a diferença de custos entre os dois modelos apresentados é pouco significativa, aproximadamente 0,70€, foram escolhidas as rodas de 100 mm de diâmetro, para que a diferença entre peso máximo e o peso que irá transportar seja ainda maior.

Para facilitar ainda mais o transporte destes materiais foram colocadas quatro rodas giratórias na parte de trás da estante, para que seja possível manobrar mais facilmente a área onde se encontra a maior parte do peso, colocando na parte frontal duas rodas fixas.

Após concluir a seleção de todos os materiais que irão ser necessários, foi possível determinar o custo do processo de implantação.

Uma vez que existem duas estantes para o transporte deste tipo de componentes, para obter uma estimativa do investimento necessário para implantar esta proposta é necessário multiplicar o custo total de uma estante (ver Tabela 9) por dois, ou seja, o custo de modificar estes dois veículos é de 55,76€.

**TABELA 9 - CUSTOS PARA ALTERAR UMA ESTANTE**

Recurso utilizado		Custo unitário		Quantidade por estante	Custos por estante (€)
Materiais	Rodízio 125/NS $\phi$ 100 (fixo)	3,25	€/peça	2	6,50
	Rodízio 125/NS $\phi$ 100 (giratório)	4,47	€/peça	4	17,88
Mão-de-Obra	Construção	7	€/hora	30	3,50
				Custo total por estante	27,88

### Validação da proposta

**TABELA 10 - COMPARAÇÃO DO TEMPO DE TRANSPORTE E DO NÚMERO DE TRABALHADORES NECESSÁRIOS**

	Antes	Depois	Diferença
Nº de Trabalhadores	2	2	0
Tempo de Transporte (seg)	60	25	-35

A Tabela 10 faz uma comparação entre a mão-de-obra e tempo que é necessário para realizar o transporte das pernas entre a secção da pintura e a linha *Rowenta*, essa análise permite deduzir que as alterações efetuadas na estante, tornam o processo mais rápido, poupando 35 segundos, apesar de não diminuir o número de trabalhadores necessários para efetuar o transporte.

Esta conclusão valida a proposta apresentada, uma vez que existe uma melhoria efetiva no sistema de transporte. A Figura 31 demonstra a estrutura original e o resultado das alterações implementadas.



**FIGURA 31 - ESTRUTURA ORIGINAL (ESQUERDA) E ESTRUTURA JÁ COM AS RODAS APLICADAS (DIREITA)**

### 4.1.3. PROPOSTA DE MELHORIA DO TRANSPORTE DE TAMPOS

#### Análise do problema

Após os tampos das tábuas saírem da linha de pintura, são empilhados em paletes, até determinada altura, para que depois se efetuar o transporte até à respetiva linha de montagem onde irão ser consumidos. A disposição dos tampos na paleta irá variar consoante o modelo fabricado, uma vez que o tamanho das peças irá influenciar o número de unidades em cada fila.



FIGURA 32 - QUEDA DE TAMPO QUE ESTAVAM ARMAZENADOS

O principal problema é originado pelo facto de não existir uma estrutura que limite os movimentos dos componentes, o que aumenta o risco de queda das peças durante as deslocções (Figura 32). Esta situação agrava-se uma vez que superfícies que produzem pouco atrito, como é o caso das superfícies dos tampos após a pintura, aumentam ainda mais esse risco. Neste aspeto a tonalidade da tinta é determinante, uma vez que influencia a rugosidade que peça irá ter.

A altura final do conjunto (palete e tampos) é outra problemática identificada nesta situação, uma vez que tal como nos carros, quanto maior for a altura menor será a estabilidade, característica fundamental durante o transporte, além de que os funcionários de menor estatura apresentam dificuldades em retirar as primeiras peças de cada paleta, quando a altura ultrapassa os 1,60 m.

Esta parte do problema já tinha sido alvo de uma abordagem, estipulando um limite para o número de peças por paleta consoante o seu modelo, no entanto esse meio de controlo foi descartado, porque por vezes era necessário utilizar duas paletes apesar de uma delas não estar cheia, ou seja seria necessário mais espaço para armazenar, algo que tornou este sistema ineficaz.

Portanto como o número de unidades por palete não se encontra definido, sendo um valor aleatório, que está a cargo do operador, é mais uma dificuldade para o abastecimento das linhas, uma vez que há sempre incerteza acerca do número de tampos existentes.

Esta análise ao sistema de transporte de tampos permite afirmar que o sistema não se encontra adequado aos materiais que transporta, ou seja, é possível associar o *Problema n° 2* a esta operação.

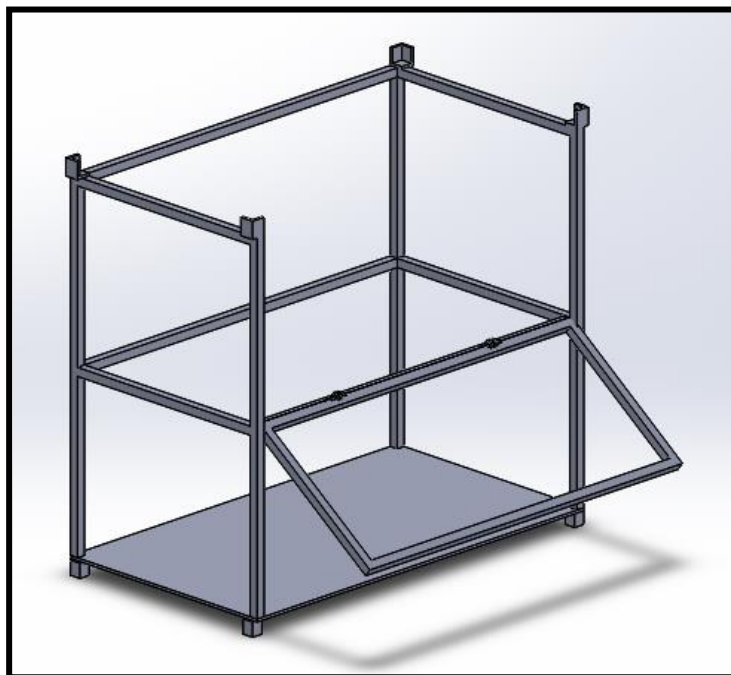
### **Proposta apresentada**

Para poder colmatar ambos os problemas mencionados, a solução mais eficaz foi conceber uma estrutura onde fosse possível armazenar as peças à medida que fossem saindo da pintura para que depois fosse possível transportar até linha, não permitindo que estas se deslocassem, evitando as situações de risco que se verificam com o sistema em vigor.

O *design* da estrutura (ver Anexo D) necessitava de ser prático para permitir que o operário trabalhe a um ritmo constante para que a linha não seja forçada a parar, visto ser um sistema fechado

Como o espaço é um recurso importante para a empresa e tem de ser otimizado, a estrutura deve poder rentabilizar ao máximo a área consumida, ou seja, deve aproveitar em altura para poder guardar mais peças, consumindo a mesma área.

Outra vantagem inerente a este sistema é o facto de permitir determinar as quantidades existentes em cada estrutura, o que irá beneficiar outros processos como foi previamente mencionado.



**FIGURA 33 - MODELO 3D DA ESTRUTURA PROJETADA PARA OS TAMPOS**

A Figura 33 apresenta um modelo 3D da estrutura pensada para transportar os tampos, que através de apoios nos quatro cantos demonstra como seria possível arrumar em altura as estruturas, para que na mesma área pode ser armazenado um maior número de componentes, no entanto, isto iria implicar recorrer ao uso de um empilhador, devido ao peso do conjunto formado por estrutura mais os tampos.

### **Validação da proposta**

A validação do projeto consistia em construir um protótipo para testar a sua funcionalidade, o que até iria reaproveitar depósitos sem utilidade que se encontravam na empresa. No entanto devido à elevada carga de trabalho do funcionário destacado para construir a estrutura, não foi possível construir um protótipo, portanto como não se realizaram os testes não foi possível validar esta proposta.

#### **4.1.4. MELHORIA DA ORGANIZAÇÃO DO ARMAZÉM DE MATERIAIS 1**

##### **Análise do problema**

Adjacente ao departamento de manutenção, existe um espaço aberto, onde são colocados componentes que ainda não estão a ser necessários na montagem, peças não-conformes, excedentes da montagem entre outros. Para efeitos de simplificação, esta área será denominada como Armazém de Materiais 1 (AM1).

Neste espaço é possível identificar o *Problema nº 3*, uma vez que a diversidade de materiais que são colocados neste espaço, aliado ao fato de não estar estipulado um método de como organizar este espaço impede que haja um melhor aproveitamento do mesmo e torna mais complexo o processo de movimentar os materiais existentes (Figura 35).



**FIGURA 34 - COMPONENTES E CARROS DE TRANSPORTE ARMAZENADOS EM AM1**

## Proposta apresentada

Para poder melhorar a utilização deste espaço (Figura 36), a alteração em estudo consiste em estabelecer quatro zonas distintas para albergar os produtos referidos previamente. Essas quatro divisões serão destinadas a:

- Excedentes da Montagem (área de cor amarela, na Figura 37)
- Peças para Recuperar/Analisar (área de cor verde, na Figura 37)
- Carro de Transporte Vazios (área de cor vermelha, na Figura 37)
- Peças que estão a aguardar para prosseguirem para a montagem (área de cor azul, na Figura 37)

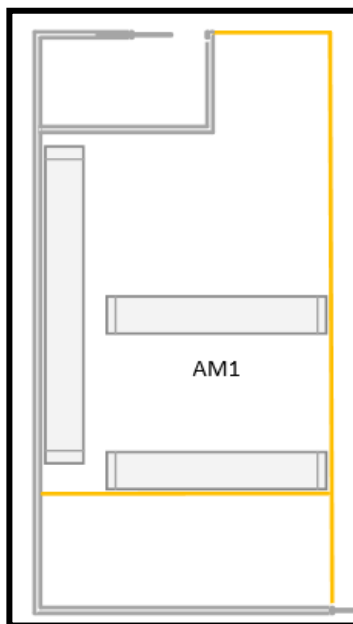


FIGURA 36 - LAYOUT DO AM1

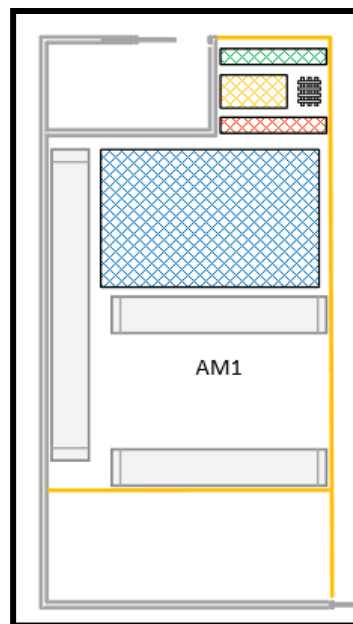


FIGURA 35 - LAYOUT DO AM1 COM AS ALTERAÇÕES

A disposição dos componentes no espaço destinado para colocar peças que estão a aguardar antes de prosseguirem para as linhas de montagem, necessita de estar em concordância com o planeamento existente, de modo a facilitar todo o processo de transporte, ou seja, organização deve ser feita de modo a que seja possível aplicar o FIFO.

Como a produção não será afetada pela distribuição dos componentes nos restantes setores, não é necessário estipular uma metodologia de organização.

## Implementação da proposta

Uma vez que uma unidade fabril é um meio que está constantemente a sofrer alterações, é necessário que o espaço de cada sector seja facilmente ajustável de acordo com as quantidades existentes. Para assegurar esta característica, as fronteiras que delimitam as áreas necessitam de ser móveis para que alterar a área disponível seja um processo que se execute com pouco esforço.

A solução para esta questão consiste em demarcar as áreas utilizando cadeado plástico e identificações, que por sua vez irão ser suportados por pilares construídos com sucata proveniente da serralharia (Figura 38). Este sistema tem como base a gestão visual para identificar rapidamente cada área, além de permitir o reaproveitamento de materiais que de outra forma não tinham utilidade



**FIGURA 37 - CADEADOS DE PLÁSTICO E PILARES QUE COMPÕEM AS FRONTEIRAS ENTRE CADA SECÇÃO**

### **Validação da Proposta**

A implantação desta proposta consegue rentabilizar uma área importante para a fábrica sem necessitar de investimento (Figura 39). Deste modo é possível considerar que a proposta de melhoria em estudo foi validada e que a sua implantação irá beneficiar simultaneamente o funcionamento das linhas e o abastecimento de componentes.



**FIGURA 38 - ORGANIZAÇÃO DO AM1 JÁ COM AS SECÇÕES DEFINIDAS**

#### 4.1.5. MELHORIA DA ORGANIZAÇÃO DO ARMAZÉM DE MATERIAIS 2

##### Análise do problema

Este armazém, encontra-se adjacente à secção de montagem e o seu espaço está destinado a paletes que transportem os tampos que irão constituir a base de cada tábua. Tal como no capítulo anterior para efeitos de simplificação, este armazém será denominado AM2.

A sua capacidade máxima pode variar entre as 14 e as 16 paletes, uma vez que o espaço necessário para cada palete varia consoante os modelos que forem produzidos, já que as dimensões dos diversos tampos não são idênticas. É neste aspeto que reside um dos problemas deste armazém, uma vez que por vezes a área disponível não é suficiente para conseguir responder às necessidades. Um exemplo desta situação verifica-se quando estão a ser produzidas várias encomendas de grandes quantidades (encomendas superiores a 1000 unidades).

O aproveitamento deste espaço para colocar outros componentes como por exemplo as pernas das tábuas é um dos fatores que também dificulta a organização deste armazém. Esta situação ocorre quando a linha de montagem já se encontra sem espaço para albergar estes componentes (Figura 40). No entanto, a definição de um espaço no AM1 destinado a albergar materiais que estão a aguardar para prosseguirem para a linha de montagem, deverá corrigir esta situação.



FIGURA 39 - OUTROS COMPONENTES ARMAZENADOS JUNTAMENTE COM OS TAMPOS

As paletes de tampos são objetos com um elevado peso e pouca estabilidade, o que dificulta os movimentos, por isso a sua disposição deverá sempre ter como objetivo o mínimo de deslocações possível.

Apesar desta condicionante nem sempre a organização das paletes está de acordo com o planeamento existente, de forma a minimizar o trajeto das paletes, o que faz evidenciar a presença do *Problema nº 3* neste local.

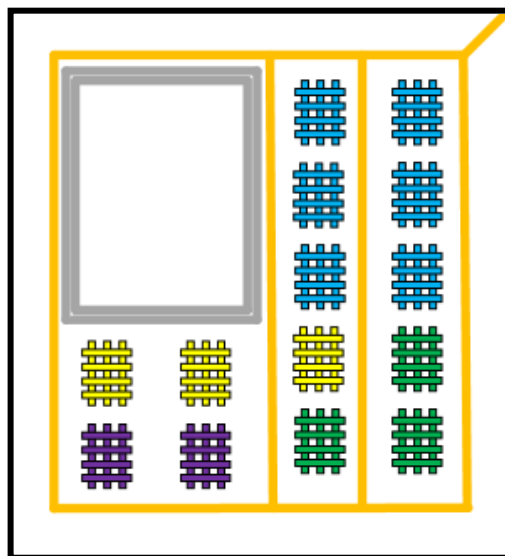
O fato de não estarem estipuladas as vias por onde se irá realizar a entrada e saída dos materiais, é outro problema que necessita ser corrigido, de forma a facilitar todo o processo.

### Proposta apresentada

Em suma esta proposta consiste em organizar as paletes para que sejam colocadas de acordo com as ordens de produção diárias (Figura 41) e que a entrada e saída de material seja feita por vias distintas, para diminuir a possibilidade de congestionamentos.

A disposição dos componentes nunca será algo constante, uma vez que à medida que forem produzidas as tábuas, será necessário ajustar a organização de acordo com as restantes paletes.

Como o espaço que existe por baixo do gabinete não permite armazenar os componentes, a solução encontrada foi designar essa área para reter as amostras que estão a cargo do departamento da qualidade.



**FIGURA 40 - EXEMPLO DE ORGANIZAÇÃO DOS TAMPOS NO ARMAZÉM POR ENCOMENDA (CADA ENCOMENDA É ASSOCIADA A UMA COR)**

A definição das vias de acesso tem como pressuposto diminuir o percurso que os operadores necessitam de realizar, o que além de diminuir o tempo necessário para abastecer a linha com os tampos, torna todo o processo mais simples.

Deste modo a entrada dos componentes irá ser composta por apenas um acesso, enquanto a saída irá ter dois caminhos distintos (Figura 42), para evitar impedimento nas movimentações das paletes e transportes desnecessários.

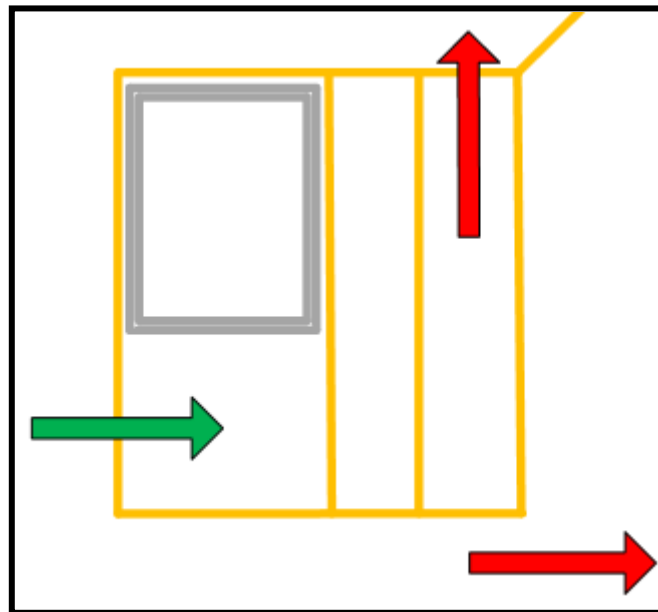


FIGURA 41 - FLUXOS PROPOSTOS PARA A ENTRADA (VERDE) E SAÍDA (VERMELHO) DOS COMPONENTES

### Validação da proposta

As melhorias a nível da organização e consequentes poupanças a nível dos tempos de transporte das peças são os principais fatores que validam esta proposta de melhoria. A poupança de tempos é conseguida através da reestruturação das vias de acesso que permite diminuir o trajeto que os operadores realizam no transporte dos componentes (Figura 43) e reduzir o tempo consumido ao identificar os componentes.

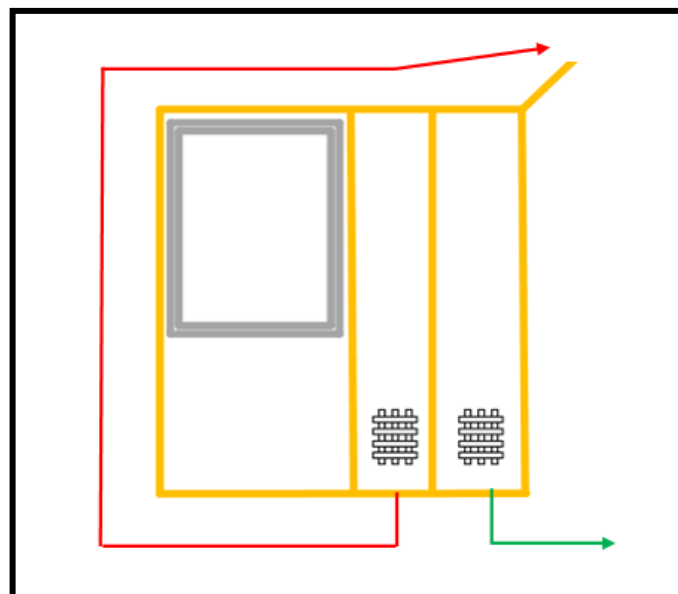


FIGURA 42 -PERCURSO DE ABASTECIMENTO ATUAL (VERMELHO) E PERCURSO PROPOSTO (VERDE)

## Implementação da Proposta

Não foi possível aplicar esta melhoria por completo, uma vez que para implementar a via de acesso secundária seria necessário fazer obras para alisar o chão da fábrica, de forma a eliminar um desnível existente que não permitia a passagem das paletes com tampos nessa secção. Como a sujidade causada pelas obras iria acumular-se nos componentes expostos ao longo da linha, a única altura possível para realizar estes trabalhos seria em período de férias.

### 4.1.6. PROPOSTA DE MELHORIA DA ORGANIZAÇÃO DE COMPONENTES DA LINHA LAURASTAR

#### Análise do problema

Os materiais que são utilizados no processo de produção de acessórios, são enviados em caixas pelo próprio cliente dessa linha (Figura 44). Ao chegar à empresa, o seu armazenamento é feito na lateral da linha enquanto não são necessários.

No modo como se processa o armazenamento é possível identificar o *Problema n.º 3*, uma vez que não está estipulado um método para organizar esse materiais o que dificulta o seu manuseamento e torna o processo mais demorado. Isto significa que por vezes é necessário retirar as caixas para poder alcançar o componente pretendido.



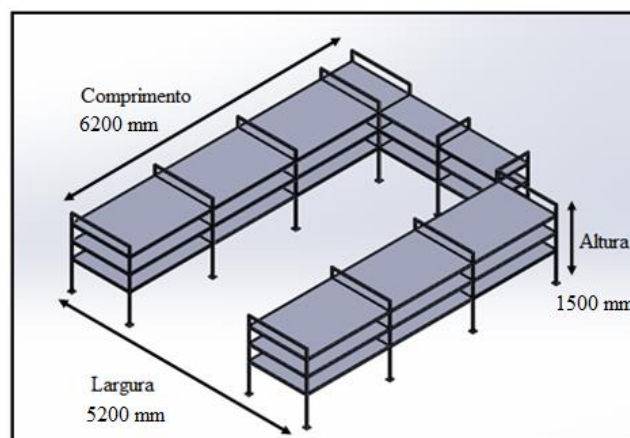
FIGURA 43 - ARMAZÉM DE COMPONENTES PARA A LINHA LAURASTAR

Como forma de solucionar os problemas mencionados, foi proposto construir uma estante com três patamares, para albergar todos os componentes, o que além de conseguir rentabilizar o espaço existente, também permitiria facilitar o transporte dos materiais.

O dimensionamento dos patamares foi feito de acordo com os tamanhos das caixas dos componentes pretendidos, de forma a garantir o melhor aproveitamento, ou seja os patamares foram dimensionados para caixas com um determinado tamanho.

Ao dimensionar esta estrutura foi necessário ter atenção para que as dimensões não excedessem os limites existentes, como é descrito na Figura 45. O comprimento e a largura estavam limitados fisicamente e influenciavam outros processos da fábrica, enquanto o limite da altura era meramente por questões ergonómicas.

Isto permitiu construir um modelo de uma estante com 3 patamares formados por placas de 1300x1800 mm.



**FIGURA 44 - VALORES MÁXIMOS PARA AS MEDIDAS DA ESTANTE**

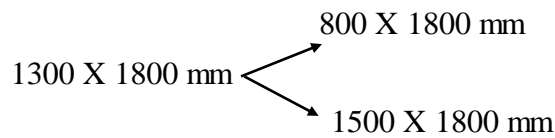
### Validação da proposta

Antes de iniciar a construção da estrutura foi necessário validar esta proposta, devido ao investimento que necessita. Para tal foram usadas as quantidades em inventário dos materiais existentes e a área que respetivamente ocupam (Anexo E, para depois comparar com a área disponível para armazenamento na estante, calculando a taxa de ocupação (ver ANEXO F).

**TABELA 11 - TAXA DE OCUPAÇÃO DA ESTANTE (1300x1800)**

Área necessária para armazenar materiais em <i>stock</i> (m <sup>2</sup> )	99,66
Área disponível na estante (m <sup>2</sup> )	66,75
Taxa de ocupação da estante (%)	149,29

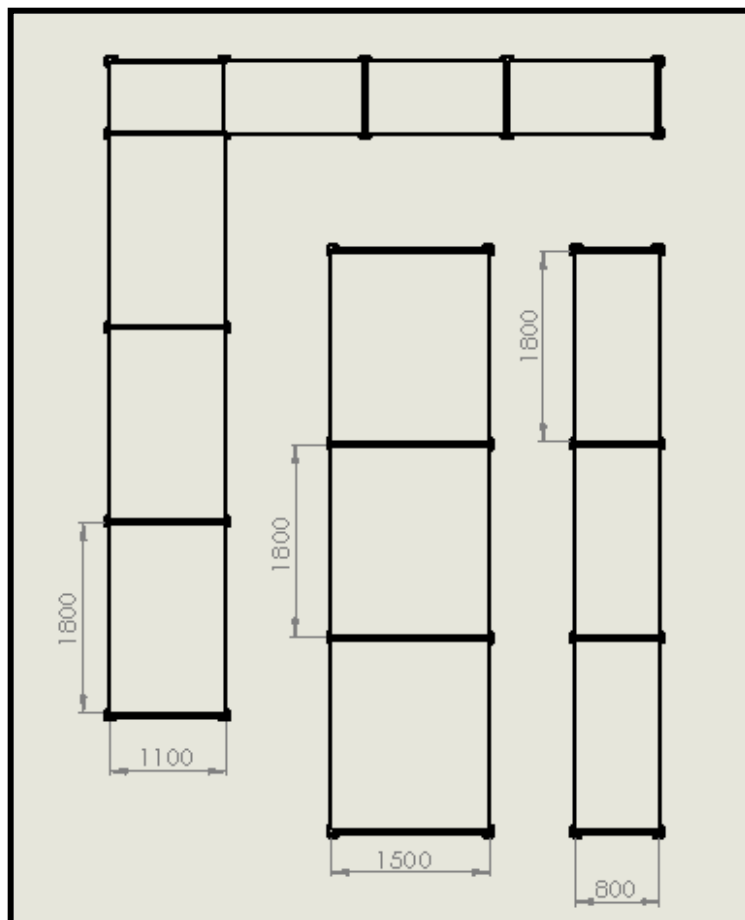
Como a Tabela 11 demonstra que a área necessária supera à área disponível, foi necessário efetuar ajustes nas dimensões. A escolha recaiu em modificar a largura dos patamares laterais, para depois poder refazer os cálculos para a taxa de ocupação. (ver Anexo G).



**TABELA 12 - TAXA DE OCUPAÇÃO DA ESTANTE (800x1800 / 1500x1800)**

Área necessária para armazenar materiais em <i>stock</i> (m <sup>2</sup> )	99,66
Área disponível na estante (m <sup>2</sup> )	80,32
Taxa de ocupação da estante (%)	124,07

Os valores lidos da Tabela 12 demonstram que apesar da taxa de ocupação diminuir aproximadamente 25%, o valor ainda se encontra acima dos 100%, o que significa que foi necessário alterar a estrutura uma vez mais. No terceiro modelo criado, além de alterar as dimensões, foi adicionada uma outra estante com patamares de 1100x1800 mm, no espaço desocupado existente no interior da estante, o que permitiu aumentar a área disponível (Figura 45). Uma vez que foi necessário calcular a taxa de ocupação para poder validar a proposta existente (ver Anexo H)



**FIGURA 45 - ESQUEMA DA NOVA ESTANTE PROJETADA**

**TABELA 13 - TAXA DE OCUPAÇÃO DA ESTANTE (800x1800 / 1500x1800 / 1100x1800)**

Área necessária para armazenar materiais em <i>stock</i> (m <sup>2</sup> )	99,66
Área disponível na estante (m <sup>2</sup> )	86,80
Taxa de ocupação da estante (%)	114,81

Pela Tabela 13 é possível perceber que esta medida também se revelou ineficaz para aumentar a capacidade de modo a que conseguisse armazenar os componentes pretendidos, foi necessário encontrar uma outra solução.

A quarta proposta utilizou a estante que já tinha sido analisada e apenas adicionou um patamar, não alterando as dimensões estipuladas.

**TABELA 14 - TAXA DE OCUPAÇÃO DA ESTANTE (800x1800 / 1500x1800 / 1100x1800 COM 4 PATAMARES)**

Área necessária para armazenar materiais em <i>stock</i> (m <sup>2</sup> )	99,66
Área disponível na estante (m <sup>2</sup> )	109,27
Taxa de ocupação da estante (%)	91,21

Esta quarta alteração permitiu que a taxa de ocupação calculada (Anexo I) baixasse para um valor que validasse o projeto (a Tabela 14). No entanto como as quantidades analisadas são referentes ao *stock* existentes numa certa altura, foi necessário recorrer a mais dois processos de validação, para poder ter uma perceção mais global do desempenho:

- Validação perante as quantidades de componentes rececionados (a Tabela 15 resume os cálculos presentes no Anexo J onde estão listadas as quantidades recebidas ao longo do ano 2015)

**TABELA 15 - TAXAS DE OCUPAÇÃO DE ACORDO COM AS VÁRIAS RECEÇÕES DE MATERIAIS**

Data	Patamar 1,4		Patamar 2,3		Ocupação Total	
	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Percentagem utilização (%)	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Percentagem utilização (%)	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Percentagem utilização (%)
04-fev	42,83	0,99	0,00	0,00	42,83	49,35%
06-fev	0,00	0,00	7,68	0,12	7,68	5,90%
16-fev	0,00	0,00	38,88	0,60	38,88	29,86%
21-abr	0,00	0,00	0,96	0,02	0,96	0,74%
27-abr	27,83	0,64	0,00	0,00	27,83	32,06%
30-abr	0,00	0,00	20,13	0,31	20,13	15,46%
04-mai	0,00	0,00	54,00	0,83	54,00	41,48%

21-mai	13,79	0,32	0,000	0,00	13,79	15,89%
11-jun	1,64	0,04	23,51	0,36	25,15	19,95%
21-jul	6,56	0,15	31,62	0,49	38,18	31,84%

- Validação perante as necessidades semanais de componentes (a Tabela 16 resume os cálculos presentes no Anexo K onde são apresentados os cálculos para as quantidades semanais necessárias).

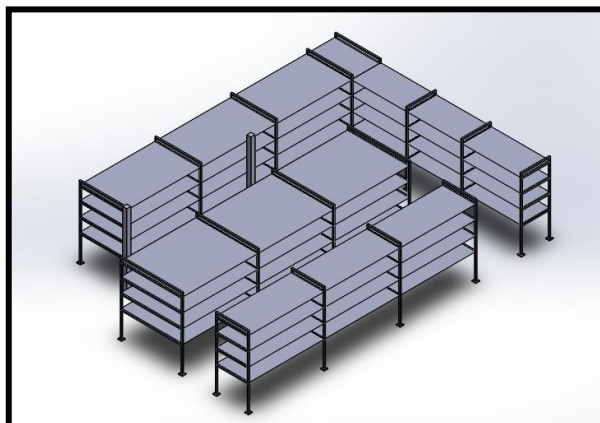
**TABELA 16 - TAXA DE OCUPAÇÃO DE ACORDO COM AS NECESSIDADES SEMANAIS**

Patamar 1,5		Patamar 2,3;4		Ocupação Total	
Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Percentagem utilização (%)	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Percentagem utilização (%)	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Percentagem utilização (%)
12,238	28,00	16,442	25,07	28,680	26,54

Como nos testes complementares a capacidade da estante revelou ser superior ao necessário, foi possível validar a estante projetada.

### Implementação da proposta

A primeira ação para a implantação desta estrutura (Figura 46) foi calcular os custos de construção de toda a estrutura, portanto foi necessário calcular os custos de mão-de-obra e dos materiais necessários. Esta operação começou pelo cálculo dos dois materiais necessários partir do desenho técnico presente no Anexo L:



**FIGURA 46 - MODELO 3D DA ESTANTE PROJETADA**

- *Tubos 30 x 30 mm*: Como os tubos que constituem a estrutura já existiam na fábrica, uma vez que são utilizados na produção das tábuas, foi possível estimar um valor previsto (Tabela 17)

**TABELA 17 - ORÇAMENTO PARA O TUBO**

Materiais	Quantidades (m)	Preço Unitário (€/m)	Preço Estimado (€)
Tubo 30 x 1,5 mm	305,19	0,77	235

- *Chapas de várias medidas*: Antes de poder encomendar as chapas necessárias foi requisitado um orçamento, uma vez que o seu custo poderia ser superior à disponibilidade financeira da empresa (ver Anexo M).

Como a Alves & Caetano, Lda, empresa onde foi requisitado o orçamento não conseguiu responder a este pedido durante a duração do estágio, portanto a estante ficou apenas como proposta de melhoria.

#### 4.1.7. ALTERAÇÃO DAS IDENTIFICAÇÕES DAS CAIXAS DOS TRAVÕES

##### **Análise do problema**

Os travões, um dos constituintes das tábuas, são armazenados em caixas metálicas após completarem o processo de zincagem, enquanto não abastecem a linha de montagem.

Uma vez que existem oito tipos diferentes deste componente, é necessário identificar a gama presente em cada, uma vez que devido à sua semelhança um operador menos experiente pode equivocar-se e trocar o componente pretendido por outro.



**FIGURA 47 - CAIXAS COM TRAVÕES NO ARMAZENAMENTO DE PEÇAS ZINCADAS**

No entanto como é possível constatar da Figura 47, do ponto de vista de um funcionário, o tamanho da identificação não permite uma leitura rápida, o que torna o processo mais lento. Devido ao elevado peso destes recipientes quando se encontram carregados, não é possível colocá-los a uma altura que permitisse facilitar a sua altura, portanto foi necessário alterar o sistema de identificação que estava em vigor.

Os motivos explicitados são os principais fatores que estão na origem da presença do *Problema n.º 3* neste tópico.

## Proposta apresentada

A forma encontrada para melhorar o método de identificação das caixas onde são armazenados os travões após serem produzidos, irá também a auxiliar o processo de abastecimento das linhas de montagem. Para tal foram aplicados os conceitos da gestão visual para que o sistema fosse facilmente perceptível e sem necessitar de conhecimentos dos produtos e dos seus componentes, ou seja qualquer operador poderá identificar o tipo de travão presente em cada caixa, independentemente do seu conhecimento dos produtos. Esta análise permitiu concluir que as alterações irão focar-se em dois aspetos diferentes:

- *Aumentar o tamanho das identificações dos travões, como demonstra a Figura 48 e a Tabela 18*



**FIGURA 48 - COMPARAÇÃO ENTRE AS IDENTIFICAÇÕES NOVAS (ESQUERDA) E AS ANTIGAS (DIREITA)**

**TABELA 18 - COMPARAÇÃO ENTRE AS DIMENSÕES DAS DUAS IDENTIFICAÇÕES**

Identificações Antigas		Identificações Novas	
Dimensões (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Dimensões (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )
4,6 X 11,9	54,74	10 X 21,5	215

- *Associar uma cor a cada tipo de tipo de travão e acrescentar a quantidade aproximada que existe num contentor cheio e quando este se encontra a metade. As cores usadas não podem criar confusão aos operadores, portanto cores como amarelo, verde e vermelho foram excluídas pois poderiam causar confusão com*

informações relativas a não-conformidades. A codificação das cores é descrita na Tabela 19

**TABELA 19 - CORES ATRIBUÍDAS A CADA TIPO DE TRAVÃO E RESPECTIVAS QUANTIDADES**

Tipo de Travão	Cor Atribuída	Quantidade no contentor (Cheio/Metade)
Elegance		550/275
Homie/simple		600/300
P3D		450/225
Primera		350/175
Primera Pro		350/175
Regular		450/225
Styl		500/250
Suprema		450/225

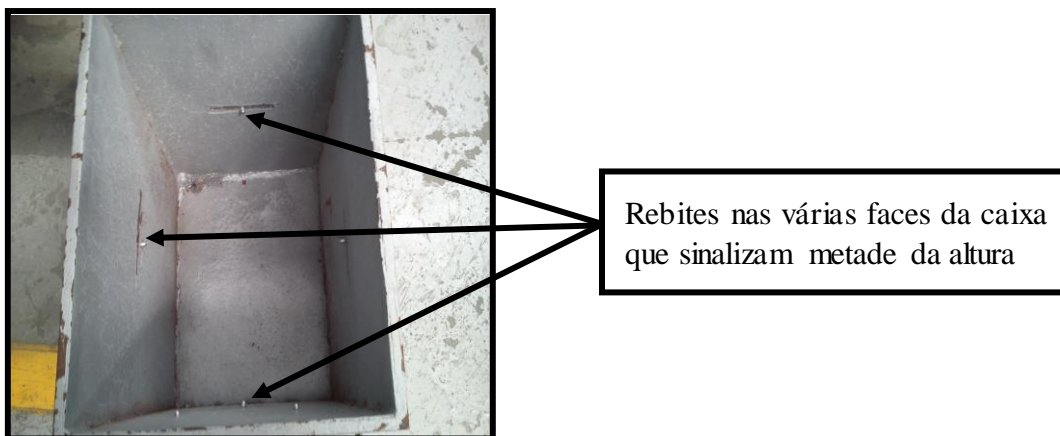
### Implementação da Proposta



**FIGURA 49 - CAIXA COM CHAPA METÁLICA ONDE IRÃO FICAR AS IDENTIFICAÇÕES**

Para poder implementar a hipótese apresentada foi necessário trocar os ímãs onde são colocadas as identificações por chapas metálicas (Figura 49), uma vez que as dimensões do ímã não eram suficientes para albergar as novas identificações. Foi também necessário indicar o meio da caixa, para auxiliar a estimativa das unidades existentes em meio recipiente.

A marcação a meio do recipiente não foi possível fazer com tinta, uma vez que o colocar e remover os travões iria desgastar a tinta, fazendo com que esta fosse desaparecendo com o decorrer do tempo, por isso foi considerado um marcador físico. Neste caso a solução escolhida colocar rebites nas quatro faces da caixa (Figura 50).



**FIGURA 50 - SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DO MEIO DAS CAIXAS**

### **Validação da proposta**

Esta proposta pode-se considerar validada, uma vez que quando as alterações nas identificações foram aplicada a todo o sistema (Figura 51), foi possível verificar que todo o processo de abastecer este componente se desenrola de um modo mais eficaz e com menor dificuldade para o funcionário.



**FIGURA 51 - CAIXAS DE TRAVÕES NA LINHA 2 JÁ COM AS NOVAS IDENTIFICAÇÕES**

#### 4.1.8. MELHORIA NO SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE PEÇAS NA PINTURA

##### Análise do problema

Nas peças oriundas da secção de pintura, como as pernas e os tampos, é colocada uma etiqueta que descreve a data, o turno e o funcionário que estava a trabalhar na altura. Este sistema de controlo permite determinar quando é que as peças foram produzidas e que funcionário estava encarregue de retirar as peças da linha de pintura.

No entanto, as informações presentes nas etiquetas não apresentam utilidade para abastecer a linha, uma vez que não contêm informação como a quantidade ou o tipo de peça.

##### Proposta apresentada

Com o objetivo de auxiliar o abastecimento das diversas linhas de montagem, esta proposta de melhoria consiste em reorganizar as informações presentes nas etiquetas, acrescentando dois espaços para serem preenchidos com o número de unidades e ordem de produção, referentes ao produto que estiver a ser produzido (Figura 52).

Esta medida irá beneficiar o fluxo dos abastecimentos da linha, pois permite saber com exatidão o número de peças que irão prosseguir para a montagem, tornando todo o processo mais simples. A ordem de produção é utilizada para especificar o modelo, o que elimina a necessidade do operador conhecer as várias gamas, ou seja, apenas é necessário abastecer a linha com os componentes que correspondem à ordem de produção pretendida, independentemente do modelo que esteja a ser fabricado.

Este acréscimo de dados na etiqueta implica um ajuste no seu desenho, uma vez que devido ao seu tamanho reduzido, não é possível acrescentar simplesmente as características pretendidas. Como os parâmetros são escritos manualmente, o espaço para preencher terá de ser o suficiente para comportar as variações no tipo de letra.

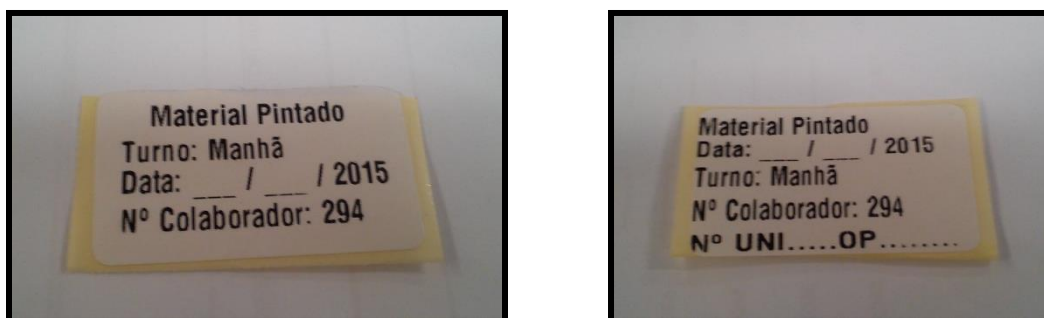


FIGURA 52 - ETIQUETA DA PINTURA, À ESQUERDA A ANTIGA E À DIREITA A NOVA

## **Validação da proposta**

A nível de custos, esta alteração não requer nenhum investimento, uma vez que é possível utilizar todos os materiais que eram utilizados previamente, ou seja, como existe uma melhoria do sistema de informação sem ser necessário algum tipo de investimento, a proposta é considerada como validada.

### **4.1.9. MELHORIA DO MODELO DE ABASTECIMENTO**

#### **Análise do problema**

Ao estudar o funcionamento das linhas de montagem, foi possível constatar que não existe alguém que esteja encarregue do abastecimento da totalidade dos componentes da linha. Perante esta indefinição é o próprio operário que faz o abastecimento dos materiais que necessita. Caso a carga de trabalho não lhe permita sair do seu posto, o operário solicita a ajuda de outro funcionário que esteja com uma carga de trabalho menor para trazer os componentes pretendidos, para que desta forma a linha não seja forçada a parar.

Em ambas as situações descritas é implícito que um funcionário saia do seu posto de trabalho, para realizar operações que não acrescentam valor ao produto produzido, além de reduzir capacidade efetiva do posto onde o operário estava alocado.

Esta metodologia de abastecimento das várias linhas em vigor é a base do *Problema n° 1* e apresenta diversas falhas que deverão ser corrigidas para se poder atingir uma produtividade mais elevada.

#### **Propostas Apresentadas**

Para poder tornar o abastecimento mais eficaz, foi preciso primeiro identificar os diversos fatores que o condicionam:

- *Várias mudanças de setup*, além do tempo consumido na reorganização dos postos de trabalho e em ajustes nos parâmetros dos equipamentos, também implicam a alteração dos vários componentes das tábuas.
- *Poucos elementos comuns a todos os modelos*, o que implica a troca de vários componentes quando se inicia a produção de uma gama diferente da interior.
- *Necessário abastecer mais do que uma linha*, ou seja, é preciso ter cuidado para que os componentes certos, vão para a linha certa.

- *Pouco espaço livre nas linhas*, o que dificulta as movimentações dos operários e o transporte de materiais

A otimização o modelo de abastecimento, é um processo de melhoria contínua portanto é necessário efetuar diversos testes, explorando várias opções, para perceber qual a hipótese mais rentável. Cada opção foi analisada em detalhe, para que seja mais perceptível a evolução das diferentes metodologias testadas

- *Modelo zero*

Este modelo inicial consiste em designar um funcionário que irá abastecer as linhas de acordo com as necessidades de cada posto, possibilitando assim o funcionamento do ciclo produtivo sem interrupções por falta de componentes. Em caso de ausência do funcionário destacado para o abastecimento, a responsabilidade será atribuída a um outro colaborador, assegurando a continuidade de todo o processo. Este sistema também prevê que seja o operador de cada posto a requisitar o abastecimento, de forma a simplificar o processo,

No entanto, devido à distância entre as linhas e o ruído existente nesta secção, os operadores que se encontram nos postos nem sempre conseguem fazer a requisição dos materiais com sucesso. Isto demonstra a ineficácia deste modelo inicial em atender às necessidades, uma vez que não consegue eliminar por completo as movimentações dos operadores para ir buscar componentes.

- *Modelo um*

O segundo modelo apesar de também pressupor que um funcionário esteja encarregue de abastecer a linha, já não parte do princípio que a reposição dos componentes só é feita quando o operador desse posto solicita o abastecimento.

Neste novo sistema o funcionário irá ser auxiliado por um ficheiro *Excel*, que terá de ser preenchido com informações referentes à cor, modelo de tábua pretendido e quantidades a serem produzidas. Para facilitar o preenchimento todos os campos que necessitam ser preenchidos estão assinalados a cinzento (Figura 53).



## PLANO DE ABASTECIMENTO PARA TÁBUA

Data	___ / ___ / ___			Cadência (Tab/hor)	Tipo de Tábua		Nº Encomenda	Cor da Tábua	Nº Tábuas		
Hora	___ : ___			0	Homie Plus Electric			Azul	1000		
Componente	Referência	Origem	Posto Trabalho	Cor	Abastecimento inicial		Qntd Nec p/ Tábua	Total Componentes	Nº Reabas	Period Abas	
Anilha 1/2 cana 8mm	25	AMP1	M165	Branco	5000	un (1 emb)	2	2000 un			
Cravo 8x81mm	49	AMP1	M165		600	un (1 caixa)	1	1000 un	2	211	
Espuma PN17	1345	AMP1	L2 M1		100	un (1 emb)	1	1000 un	10	43	
Grelha		S.Pintu	M074 P1	Azul	100	un (1 carro)	1	1000 un	10	0	
Pernas grandes	PHPL	AMP1	M165	Azul	36	un (1 carro)	1	1000 un	28	10	
Pernas pequenas	PHPL	AMP1	M165	Azul	36	un (1 carro)	1	1000 un	28	10	
Rótulos		AMP1	L2 PC		1000	un	1	1000 un			
Tampo Fresh	TFRE	AMP2	L2 M1	Azul	150	un (1 palete)	1	1000 un	7	65	
Tecidos		S.Cost	L2 M1		100	un	1	1000 un	10	43	
Terminal 7/8	6	AMP1	M212	Branco	5000	un (1 emb)	4	4000 un			
Travão	Homie	S.Zinca	L2 M1		600	un (1 caixa)	1	1000 un	2	65	
Varetas		S.Zinca	L2 M1		1000	un (1 caixa)	1	1000 un			
Conj Pés Homie P	1873	0	0	Azul Ral	50	pares (2emb)	1	1000 un	20	14	
Ficha Elec	c/Int Ov PT	1052	AMP3	0	Nature 652C	100	un (1 caixa)	1	1000 un	10	30
Observações:											

FIGURA 54 - EXEMPLO DA APLICAÇÃO PREENCHIDA PARA UMA ENCOMENDA DE 1000 HOMIE PLUS ELECTRIC

A Figura 54 é um exemplo das informações presentes no ficheiro *Excel* após ser preenchido. Para que o funcionário consiga consultar as informações presentes em qualquer altura, sem estar dependente de um computador, esta aplicação foi desenhada para que pudesse ser impressa numa folha A4.

A principal desvantagem deste sistema é o fato de cada folha abordar apenas a produção de um tipo de tábua, ou seja, ao longo do dia e de acordo com as encomendas produzidas, seria necessário o funcionário imprimir uma folha por cada gama de tábua.

Outra desvantagem deste método é o fato de não serem contabilizados imprevistos na produção. Isto quer dizer que se algum imprevisto obrigar à troca da gama da tábua que está a ser produzida, seria preciso preencher e imprimir uma nova folha. Como a mudança de *setup* deve ser realizada rapidamente e sem esforço, para que o tempo consumido na operação não afete a produtividade, o principal foco do funcionário deverá ser abastecer os componentes para que a linha continue a produzir e não preencher a aplicação criada.

Devido ao fatores enunciados este modelo não foi aplicado,

- *Modelo dois*

Em vez de criar um sistema global que respondesse às necessidades das linhas existentes na secção da montagem, o terceiro modelo propõe que o abastecimento seja feito de acordo com o método de trabalho de cada linha para assim rentabilizar todo o processo. Através de uma análise das linhas foi possível definir os procedimentos de abastecimento para cada linha:

- *Linha Laurastar*

Como o método de trabalho estabelecido e a proximidade com o armazenamento dos componentes utilizados nesta linha permitem que o abastecimento seja feito pelos próprios trabalhadores sem afetar a produtividade, o sistema de abastecimento não irá abranger esta linha

- *Linha Rowenta*

Como o funcionamento desta linha não é contínuo e requer a mão-de-obra das Linhas 1 e 2, o seu abastecimento irá seguir um modo diferente. Isto significa que antes de iniciar a produção o funcionário irá inspecionar a linha para confirmar se em cada posto estão presentes os componentes necessários. Durante a produção, como esta linha apresenta uma cadência inferior às restantes, o funcionário encarregue de abastecer a linha, consegue ter tempo de responder aos pedidos para repor os componentes consumidos em cada posto.

- *Linha Escadotes Confort*

Tal como acontece na linha *Rowenta*, a produção destes escadotes não é um processo contínuo. No entanto, o processo de abastecimento será realizado de modo diferente, uma vez que o pequeno número de unidades produzidas permitem que o funcionário abasteça a linha com as quantidades necessárias para atender à encomenda, antes de se iniciar o fabrico.

- *Linhas 1 e 2*

É nestas duas linhas que o sistema de abastecimento irá focar-se, principalmente de forma a reduzir quebras na produção por falta de materiais quer durante a produção de uma encomenda como durante a troca de gamas produzidas.

De forma a evitar o desperdício de materiais e espaço, os constituintes das tábuas irão ser divididos em duas classes distintas, de acordo com o grau de utilização e o número de tábuas onde são aplicados. Cada categoria terá uma metodologia de abastecimento diferente e de acordo com as características dos componentes, como é descrito na Tabela 20.

**TABELA 20 - DESCRIÇÃO DOS MODELOS DE ABASTECIMENTO DE ACORDO COM O TIPO DE MATERIAIS**

Descrição dos materiais	Método de abastecimento
Componentes que dentro de uma família de tábuas são comuns independentemente do modelo fabricado	O abastecimento é contínuo e não necessita de ser de acordo com a programação da produção
Constituintes específicos para um modelo produzido e que podem variar as suas características como por exemplo, a cor	O abastecimento é de acordo com as ordens de produção e só é realizado no momento em que se começa a produzir e durante o fabrico caso seja necessário

Nos Anexo N e O são identificados quais os materiais que em ambas as linhas vão ser abastecidos regularmente (listas de *picking*) indicando também o posto de trabalho a que se destinam e o local onde são armazenados esses materiais. Dos materiais inseridos nos abastecimentos de acordo com as ordens de produção é importante salientar:

- Tamos
- Pernas
- Grelhas (metálicas e plásticas)
- Terminais
- Espumas
- Outros acessórios (passa-mangas, fichas elétricas, etc)

Como este modelo, apresenta soluções para as condicionantes da linha sem que, à partida hajam impedimentos, foi decidido avaliar o desempenho desta proposta através de um teste.

### **Implementação da proposta**

Para poder implementar esta metodologia, o primeiro passo foi definir os locais para os componentes, como por exemplo o Tapete M074 que irão ser abrangidos pelo abastecimento contínuo (Figura 55). Além de demarcar o sítio onde estão as peças, foram adicionadas identificações em cada recipiente e no próprio local, de forma a criar rotinas nesses (Figura 56). Esta organização simplifica a tarefa do funcionário encarregue dos abastecimentos, uma vez que facilita a identificação dos componentes a abastecer.

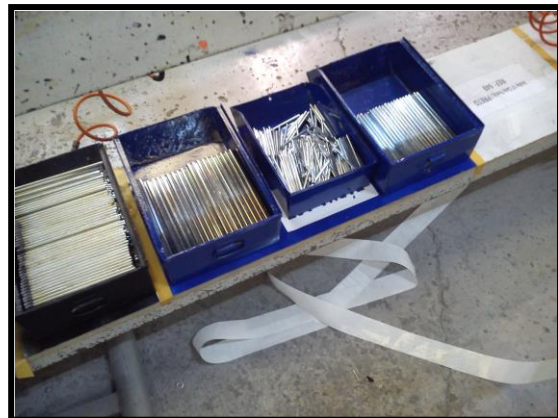


**FIGURA 55 - TAPETE M074 ANTES DA REORGANIZAÇÃO**



**FIGURA 56 - ÁREAS DELIMITADAS E COM AS IDENTIFICAÇÕES PARA OS COMPONENTES**

Para evitar dificuldades em identificar peças semelhantes que pertencem a família de tábuas diferentes, foi necessário atribuir uma cor a cada família, para que os recipientes que contêm as pernas fossem associados a um local com a mesma cor (Figura 57)



**FIGURA 57 - ÁREA DESTINADA PARA AS PEÇAS DA GAMA ACT COM AS IDENTIFICAÇÕES DOS COMPONENTES (À ESQUERDA) E CAIXAS COM AS PEÇAS NOS RESPECTIVOS LUGARES (À DIREITA)**

Nos locais onde estão armazenados os componentes antes de prosseguirem para as linhas, também foi necessário implementar um sistema de identificação semelhante para reduzir o tempo que funcionário despendia à procura dos componentes pretendidos, o que torna todo o processo mais eficaz (Figura 58).



**FIGURA 58 - COMPARAÇÃO DO ARMAZÉM DE PEÇAS ZINCADAS, ANTES E DEPOIS DA DEFINIÇÃO DE ESPAÇOS PRÓPRIOS E IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES**

### Validação da proposta

Antes de poder validar esta esta proposta foi preciso analisar o tempo que os trabalhadores passavam fora do seu posto de trabalho a ir buscar componentes, para que desta forma seja possível ter um termo de comparação quando aplicar a melhoria. A forma escolhida para avaliar este fenómeno foi a realização de estudo de amostragem do trabalho. Os parâmetros definidos para este estudo foram os seguintes:

**TABELA 21 - PARÂMETROS ESTABELECIDOS PARA O ESTUDO DA AMOSTRAGEM**

Grau de confiança	90%
Erro	10%

Foi realizada uma amostragem inicial de dez observações para poder calcular a proporção estimada do evento em causa (p) e o número de observações total (n) que irá compor este estudo. Na Tabela 22 está o resultado de cada observação realizada e na Tabela 23 são apresentados as conclusões da amostragem inicial.

**TABELA 22 - AMOSTRAGEM INICIAL REALIZADA**

Nº	Observação	Posto Abastecido
1	Abastecimento	M165
2	Trabalhar	
3	Trabalhar	
4	Trabalhar	
5	Abastecimento	M1
6	Abastecimento	M1

7	Abastecimento	M074 P1
8	Abastecimento	PC
9	Trabalhar	
10	Abastecimento	M1

**TABELA 23 - RESULTADOS DA AMOSTRAGEM INICIAL**

Dados calculados a partir da amostragem inicial	
$p$	8%
$q$	92%
$n$	3131

Como em cada observação, estão a ser analisadas as tarefas que todos os operários que estiverem a trabalhar na linha estão a executar, o valor de  $n$  será dividido pelo número de trabalhadores da linha. Como o estudo foi realizado na linha 2, que é constituída por oito funcionários, o valor final de  $n$  será de 391 amostragens.

Após completar o número de observações necessário  $p$  e  $q$  foram novamente calculados.

**TABELA 24 - RESULTADOS DO ESTUDO DA AMOSTRAGEM**

Indicador		Tempo a que cada percentagem corresponde
$p$	5,65%	27 Minutos
$q$	94,35%	8 Horas e 33 minutos

Da Tabela 24 é possível ler os novos valores de  $p$  e  $q$  que permitem constatar que cada trabalhador gasta 27 minutos do tempo total de trabalho em abastecimentos à linha. Para evitar que a adulteração de resultados, só quando a amostragem do trabalho for concluída, é que o novo modelo de abastecimento pode ser implementado.

Com a aplicação do novo sistema, alguns componentes já se encontram nos postos de trabalho, por isso os operadores não necessitam de deslocar para efetuar a reposição dos materiais.

Constituintes comuns dos modelos base

- Anilhas
- Mola
- Tecido
- Espuma
- Pernas
- Terminais
- Grelhas
- Rebites
- Travão
- Manípulos de travão
- Tampos
- Varetas

**TABELA 25 - COMPONENTES QUE PERTENCEM A CADA MODELO DE ABASTECIMENTO**

Componentes abastecidos continuamente	Componentes abastecidos de acordo com as ordens de produção
Anilhas	Espumas
Manípulos de travão	Grelhas
Mola	Pernas
Rebites	Tampos
Travão	Tecido
Varetas	Terminais

Pela Tabela 25 é possível perceber que metade dos componentes estão sempre presentes na linha e são abastecidos continuamente para que nunca haja rutura de *stock*. Ao considerar que o tempo de reposição é idêntico para todos os materiais, o abastecimento regular de componentes irá reduzir para metade a percentagem do tempo que os trabalhadores gastam em abastecimentos, que na Tabela 24 corresponde ao valor de  $p$ .

Para poder avaliar as poupanças referentes aos componentes abastecidos de acordo com as ordens de produção seria necessário realizar um novo estudo de amostragem, de forma a recalcular as percentagens do tempo que os operadores consomem quando abandonam o seu posto de trabalho para repor os materiais que precisam. Como o estágio findou a sua duração antes poder realizar este novo estudo, este segundo método de abastecimento não foi avaliado.

**TABELA 26 - CÁLCULO DAS POUPANÇAS DO MODELO PROPOSTO**

Tipo de abastecimento	Poupanças		
	Percentagem do tempo de abastecimento	Tempo	€/Operador
Contínuo	50%	13 minutos	1,52
De acordo com as ordens de produção	Não avaliado		Não calculado

Apesar de a proposta não ter sido completamente avaliada, as poupanças demonstradas na Tabela 26, devido ao abastecimento regular de componentes permitem validar o modelo implementado.

## **4.2. MELHORIAS NO PROCESSO DA LINHA 2**

### **4.2.1. PROPOSTA DE MELHORIA DO LAYOUT DA LINHA 2**

#### **Análise do problema**

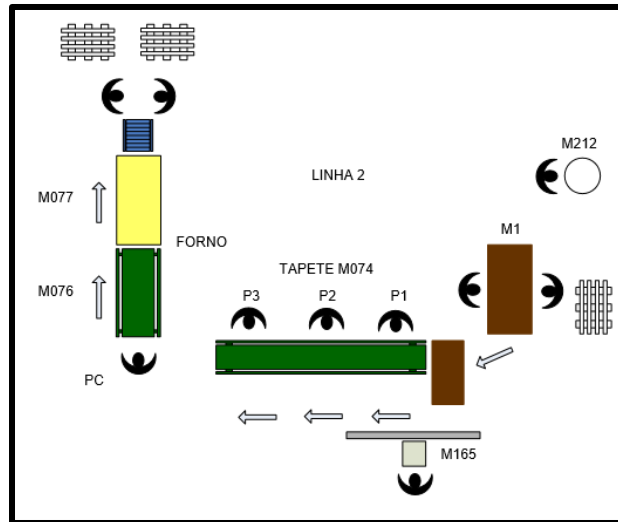
Através dos dados obtidos pelo estudo de cronometragem, foi possível constatar a existência do *Problema n° 3*, devido aos erros no balanceamento, ou seja certos postos de trabalho realizam tarefas demoradas enquanto outros tinham uma carga de trabalho menor que permitia que o operador ficasse inativo enquanto esperava pela peça seguinte.

Esses dados também permitiram identificar o ponto de estrangulamento de toda a linha, que se encontra no primeiro posto de trabalho denominado “Mesa 1” (cujas abreviações são M1) e é onde se efetua a montagem de componentes como a espuma, tecido, travão e manípulo no tempo que compõe a base da tábua.

Como este posto crítico se encontra logo no início do processo de montagem, é utilizado um *stock* intermédio entre este posto e o seguinte para que a produção não seja condicionada caso o posto M1 seja forçado a parar por algum motivo. No entanto esta solução deve ser repensada, uma vez que a produção deve ser realizada de forma contínua evitando recorrer a *stocks* intermédios, uma vez que tornam o ciclo mais demorado.

#### **Proposta apresentada**

O primeiro passo para balancear melhor as linhas passar pela hipótese de alterar o *layout* desta linha (Figura 59) o que significa que também serão feitos ajustes nas funções atribuídas aos diferentes postos de trabalhos.



**FIGURA 59 - LAYOUT ORIGINAL DA LINHA 2**

Esta alteração consiste em retirar algumas tarefas atribuídas ao posto crítico, transferindo-as para um outro posto (ver Tabela 27), para que um único operador possa trabalhar em M1 sem que a linha seja afetada. O funcionário e as tarefas retiradas a M1 irão ser transferidas para o posto PC, uma vez que é possível efetuar em simultâneo, as operações que este posto realizava juntamente com aquelas que irão ser acrescentadas.

**TABELA 27 - TROCAS DE FUNÇÕES NOS POSTOS DE TRABALHO ESTUDADOS**

Posto de trabalho	Operações Efetuadas	Operações Propostas
M1	Dois operadores colocam o tecido, espuma, travão e grelha (certos modelos) no tampo.	Passa a ter apenas um funcionário que apenas coloca o travão e a grelha (certos modelos).
PC	O único operário deste posto, testa a estabilidade da tábua, coloca o rótulo e envia para a máquina M074	Passa a ter dois funcionários que além das funções que já estavam atribuídas, começam a colocar o tecido com a tabua já montada.

Para poder alterar os postos de trabalho como foi explicado anteriormente, o *layout* necessitará de sofrer os seguintes ajustes (Figura 60):

- *Colocar chapa metálica após o tapete para poder efetuar os testes de estabilidade à tábua montada;*
- *Retirar a mesa onde estava localizado o posto M1, uma vez que já não será necessário.* Esta alteração tem duas vantagens inerentes, pois além de facilitar o acesso à estante onde estão armazenados os manípulos dos travões, também

permite que os carros que transportam as pernas consigam aceder à máquina que aquece as ponteiros (M212) que irão colocadas na extremidade de cada perna.

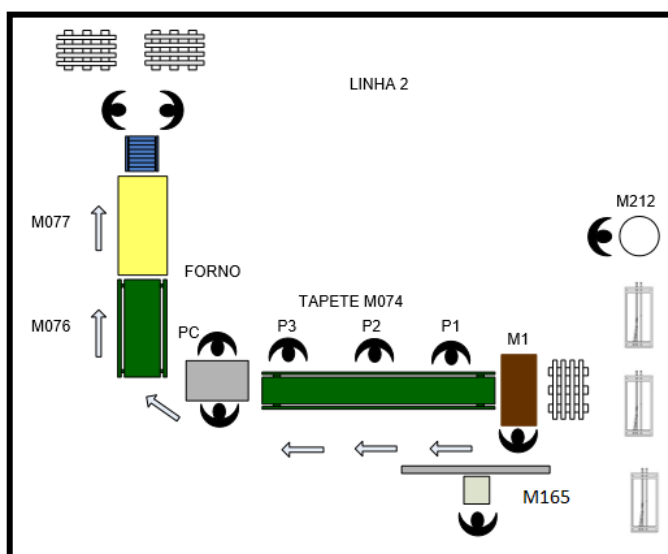


FIGURA 60 - LAYOUT PROPOSTO PARA A LINHA 2

### Validação da proposta

A melhor forma de poder validar esta proposta consiste em comparar o método de trabalho apresentado com aquele em vigor, através de dados como os tempos dos postos de trabalho, a cadência efetiva e o ponto de estrangulamento da linha. As informações referentes ao funcionamento corrente da linha já tinham sido recolhidas através de um estudo dos tempos por cronometragem. Para obter os dados relativos ao método em estudo seria preciso realizar um teste prático, até para poder perceber as reações dos funcionários, devido à sua influência nos parâmetros em estudo.

Para não prejudicar a programação da produção, foi decidido que o teste se realizaria numa altura em que a linha tivesse uma menor carga de trabalho, no entanto, desde que foi tomada esta decisão até ao término do estágio, não surgiu a oportunidade desejada, portanto esta proposta não pode ser validada.

#### 4.2.2. PROPOSTA PARA MELHORIA DO PROCESSO DA MÁQUINA M165

### Análise do problema

Em determinados modelos produzidos é necessário unir cada par de pernas, com um cravo, antes que estes componentes prossigam para a respetiva linha de montagem. Este processo denomina-se cravagem e é efetuado por um operador numa máquina (M165) que se encontra na lateral da linha de montagem número dois.

Consoante o modelo fabricado e o tipo de perna correspondente, as cadências de cravagem e de consumo de pernas irão variar, algo que implica a existência de um *stock* intermédio de peças, para assegurar que não haja quebras na produção (Figura 61).

No entanto, o facto de haver um pequeno muro entre a linha de montagem e a máquina onde são cravadas as pernas, não permite que os componentes sejam armazenados num só local, pois o tempo que os operadores iriam despender em movimentações seria bastante prejudicial para o ritmo produtivo.



**FIGURA 61 - PERNAS JÁ CRAVADAS ARMAZENADAS AO LADO DA MÁQUINA M165**

Para resolver essa questão passou a utilizar-se dois armazenamentos, um de cada lado dessa parede, no entanto esta situação implica que se realize um transporte para contornar esse obstáculo (Figura 62). Essa movimentação ocorre quando o espaço disponível perto da máquina de cravar começa a ser escasso ou então, quando o *stock* que se encontra voltado para a linha de montagem está praticamente no fim.

Como esse transporte é uma operação manual, além de obrigar um operador a cessar a operação que está a fazer para carregar as peças, causando assim tempo improdutivo, também necessita de um grande esforço físico para conseguir suportar o peso dos vários pares de pernas. Estas são as duas das principais desvantagens e que servem de fundamento para a necessidade de se encontrar uma solução de forma a eliminar este problema.



**FIGURA 62 - ARMAZENAMENTOS INTERMÉDIOS DE AMBOS OS LADOS DO MURO**

## Propostas apresentadas

Perante os problemas identificados no método de trabalho e *layout* da M165 (Figura 63) foram apresentadas três soluções distintas, como forma de eliminar o transporte manual das pernas o que irá diminuir o esforço necessário por parte dos operadores para realizar esta função.

As propostas apresentadas foram as seguintes:

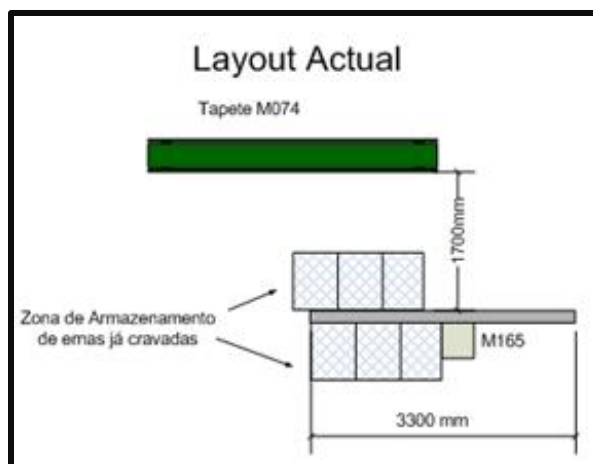


FIGURA 63 - LAYOUT ATUAL DA MÁQUINA EM ESTUDO

- *A acrescentar rodas na máquina*

É a hipótese analisada mais simples e consiste em colocar quatro rodas na máquina, uma em cada canto, para que esta consiga ser móvel. Desta forma, o problema seria eliminado uma vez que, sendo possível movimentar a máquina, o operador iria trabalhar numa posição que lhe permitisse colocar as pernas mais próximo da linha, sem necessitar de se deslocar. Assim sendo, o funcionário seria responsável por gerir o espaço disponível para *stock* de pernas já cravadas, variando consoante o seu ritmo de produção e o de consumo imposto pela linha de montagem.

- *Substituir muro por corrimão*

Esta proposta passa por substituir o muro existente, por um corrimão perpendicular ao tapete, de forma a evitar um segundo armazenamento intermédio (Figura 64). O objetivo desta solução é criar um único armazenamento que abastecesse a linha e que permitisse o operador da máquina M165 colocar as peças sem necessitar de efetuar transportes desnecessários.

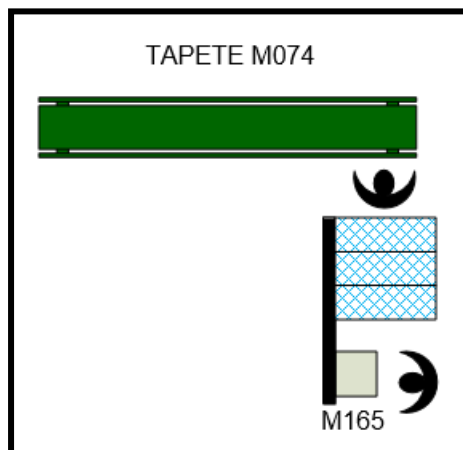


FIGURA 64 – ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA APÓS IMPLEMENTAR O CORRIMÃO

- *Plataforma Rotativa*

A última opção apresentada é bastante mais complexa que as restantes, pois implica mudanças na estrutura desta linha e consiste em retirar parte do muro para colocar uma plataforma de metal giratória com uma divisória a meio (Figura 65). Deste modo o processo seria mais célere, uma vez que a linha estaria a consumir as peças que estivessem numa das metades, enquanto o operador ia armazenando na outra.

Quando o lado que está voltado para a linha esgota-se o seu *stock* ou o operador armazenasse o máximo de pernas cravas permitidas, a plataforma iria rodar, para que o ciclo produtivo pudesse ser continuado, eliminando as interrupções necessárias para transportar as pernas em torno do muro.

Para calcular as dimensões da plataforma foi necessário observar o funcionamento desta máquina e identificar os materiais que eram usados. Deste modo foi possível verificar que, apesar de serem produzidos alguns tipos de modelos, a área despendida não sofre grandes variações na sua dimensão, o que permitiu delimitar o espaço que na totalidade é requerido.

No Anexo P está o desenho técnico do sistema apresentado para auxiliar na compreensão do seu funcionamento.

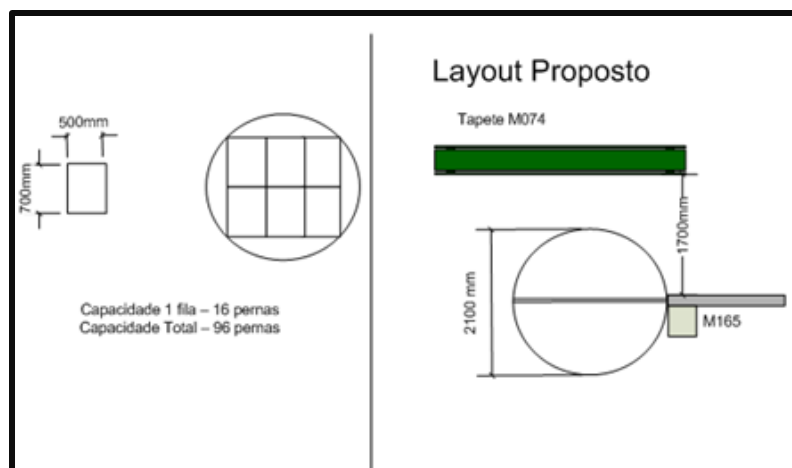


FIGURA 65 – DIMENSIONAMENTO DA PLATAFORMA GIRATÓRIA

Uma vez que para esta máquina foram apresentadas três soluções, foi necessário escolher qual seria a opção que iria apresentar mais viabilidade caso fosse implementada.

**TABELA 28 - TABELA COMPARATIVA COM AS SOLUÇÕES APRESENTADAS**

Proposta apresentada	Vantagens	Desvantagens
Acrescentar rodas à máquina	-Baixo custo de implementação -Permite variar o espaço de armazenamento consoante as necessidades da linha	- As vibrações resultantes ao processo irão desgastar a superfícies das rodas, tornando a máquina instável, o que irá aumentar a probabilidade de aparecerem defeitos
Substituir muro por corrimão metálico	-Elimina um armazenamento intermédio - Maior proximidade entre a máquina e o posto da linha onde vão entrar as pernas	- É necessário demolir o muro -Menor capacidade armazenamento
Plataforma Rotativa	-Permite o funcionamento contínuo da operação de cravagem -Não necessita de movimentações dos operadores	-Peso total do conjunto (estrutura e pernas) -Custo de construção da estrutura -É necessário demolir o muro

Das informações retiradas da Tabela 28, opção de colocar rodas na máquina é prontamente excluída devido à possibilidade de aumentar a ocorrência de defeitos nas peças, o que iria condicionar a qualidade dos produtos. Com apenas duas opções restantes, a hipótese de trocar o muro por um corrimão de metal foi também excluída, uma vez que a capacidade de armazenamento não apresentava garantias de ser suficiente para albergar as quantidades de pernas cravadas necessárias.

Portanto a opção escolhida foi a implantação de uma plataforma rotativa, uma vez que é a solução que permite o funcionamento contínuo de todo o processo com o menor esforço necessário para os operadores-

### **Implementação da Proposta**

Apesar da solução escolhida para esta questão, devido à constante utilização dessa máquina e às restrições existentes a nível de recursos humanos e materiais disponíveis, não foi possível implementar a hipótese selecionada, mantendo desse modo o funcionamento da máquina M165 inalterado.

### 4.2.3. PROPOSTA PARA MELHORIA DO PROCESSO DE EMBALAMENTO

#### Análise do problema

Após a tábua estar concluída, um processo automático, que envolve duas máquinas, efetua a operação de embalagem utilizando um filme plástico retráctil. Esta operação é realizada de modo idêntica na Linha 1, 2 e *Rowenta* e passa por três etapas distintas:

- Embalamento da tábua
- Corte e solda do filme
- Passagem no forno para que o filme contraia e adira à tábua

No entanto como os produtos fabricados nas três linhas têm dimensões diferentes é necessário utilizar dois filmes com medidas diferentes.

Quando anomalias no processo de corte e solda do filme criam defeitos na película que envolve a tábua, é necessário reiniciar o processo, descartando o plástico danificado. No final do dia todo o plástico desperdiçado é pesado como forma de monitorizar o processo, o que permite ter uma noção do desperdício de filme plástico existente cada linha quando esta se encontra a produzir (Tabela 29).

**TABELA 29 - DADOS SOBRE O PLÁSTICO DESPERDIÇADO POR LINHA E RESPECTIVO CUSTO**

Linha	Média diária de plástico desperdiçado (Kg)	Preço material desperdiçado (€)
1	0,290	0,51
2	0,936	1,59
<i>Rowenta</i>	0,658	1,11

#### Proposta apresentada

Para eliminar este desperdício de material, a solução apresentada consiste em deixar de utilizar o filme para embalar os produtos e passar a recorrer a sacos plásticos. Desta forma a tábua seria colocada manualmente no saco, para que depois este fosse na extremidade aberta, antes de prosseguir para o forno. Esta alteração no modo como se processa o embalamento iria também dispensar o uso de uma das máquinas.

## Validação da proposta

A primeira validação realizada compara o preço unitário do sacos com o preço do filme necessário para formar um saco de igual tamanho. Para tal foi necessário pedir ao fornecedor do filme plástico, a Plasteuropa SA, um orçamento para os sacos plásticos (Figura 66) e calcular o custo do filme necessário para embalar as tábuas (Tabela 30)

Exmos Senhores,

Conforme solicitado, somos a informar preço para:

- Sacos PEBD natural microperfurado, sendo:
- 1 tonelada nas medidas 700x1700x0,050 = 1000un.= 120kg +/- 0,26€/un
- 1 tonelada nas medidas 550x1600x0,050 = 1000un. = 90kg +/- 0,20€/un
- Preço: €uros 2.200,00/Tonelada+Iva

**largura x 2 x comp.x espessura = ao peso de 1000 un**

...

OBS:- Informamos de que podem haver oscilações de 15% a 20% nas quantidades pedidas/entregues, dimensionais até +/- 10mm e de espessura até +/- 10%

Condições de Pagamento: As acordadas~

Validade da Proposta: 8 dias

Dep. Comercial  
Maria de Lurdes Santos




FIGURA 66 - ORÇAMENTO APRESENTADO PELA PLASTEUOPA

TABELA 30 - CÁLCULO DO PREÇO DO FILME POR UNIDADE EMBALADA

Largura	Comprimento	Espessura	Peso do filme (Kg)	Custo unitário (€/un)	Preço do filme por embalagem (€/un)
550	1600	0,050	0,100	1,75	0,18
700	1700	0,050	0,125	1,90	0,24

É importante salientar que a análise realizada após obter os preços das hipóteses estudadas engloba apenas os custos de materiais e não inclui gastos com mão-de-obra e energia.

TABELA 31 - COMPARAÇÃO DOS CUSTOS UNITÁRIOS PARA AS DUAS MEDIDAS USADAS

Dimensões (mm)			Comparação de custo unitário (€/un)	
Largura	Comprimento	Espessura	Sacos	Filme plástico
550	1600	0,050	0,20	0,18
700	1700	0,050	0,26	0,24

Ao comparar os custos (Tabela 31), é possível concluir que a alternativa apresentada, é mais cara 0,02€ nas duas dimensões estudadas, do que o método em vigor, o que significa que esta proposta de melhoria não é validada, uma vez que tornaria o processo mais caro.

#### 4.2.4. PROPOSTA PARA MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA TÁBUA *STYL*

##### Análise do problema

O processo de montagem das tábuas *Styl* é caracterizado pela sua complexidade, uma vez que as requer que os diversos constituintes das pernas sejam montados na linha, antes que estes sejam incorporados no tampo. Como esta operação de montagem das pernas é composta por várias tarefas manuais é necessário alocar quatro trabalhadores para que a linha não seja forçada a parar por falta de componentes. A Figura 67 apresenta o diagrama de fluxo correspondente à montagem das pernas.

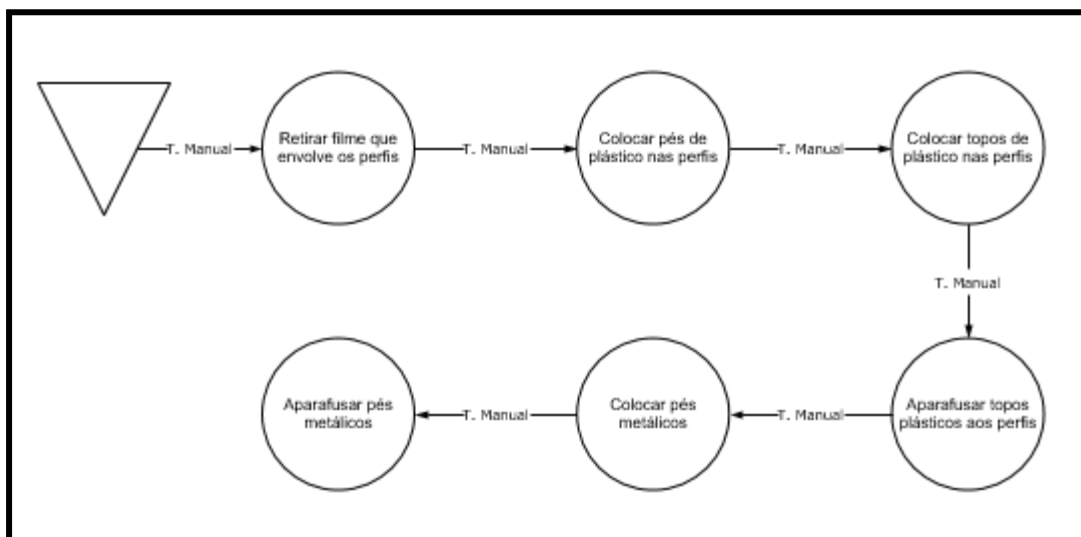


FIGURA 67 - FLUXO DE PROCESSO DA REFERENTE À MONTAGEM DAS PERNAS

Além dos recursos consumidos nesta operação, outro problema inerente neste processo, assenta no fato de se recorrer a um maço de madeira para inserir as peças de plástico nos perfis, uma vez que não é possível encaixar estes componentes manualmente. Esta ferramenta rudimentar ao chocar com o plástico, irá danificar o material, podendo chegar a causar fraturas, o que implica a sua substituição por um novo.

##### Proposta apresentada

De forma a melhorar este processo tendo como objetivo, reduzir o número de trabalhadores necessários, o tempo de montagem das pernas e o número de componentes danificados, foi proposto construir uma máquina para inserir as peças de plástico nos perfis de alumínio,

através de cilindros acionados por uma ligação de ar comprimido. Na Figura 68 o diagrama de fluxo demonstra as etapas deste processo com a máquina projetada já em uso.

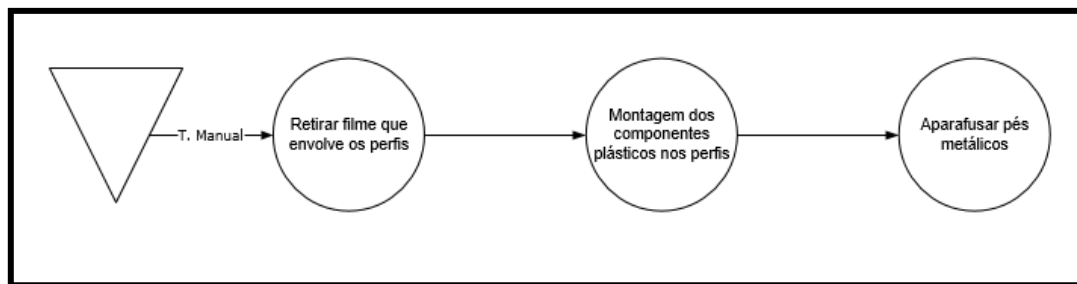


FIGURA 68 - FLUXO DE PROCESSO AO UTILIZAR A MÁQUINA PROPOSTA

### Implementação da proposta

De forma a diminuir os custos de construção, esta máquina irá aproveitar a estrutura e alguns componentes pneumáticos de uma outra máquina com funcionamento semelhante, mas que se encontrava desativada.

No entanto, os moldes de *nylon* e de metal que irão fixar os perfis e os componentes durante todo o processo, não poderão ser adaptados da máquina base, já que necessitam de ser construídos de acordo com as dimensões e formato das peças que irão ser encaixadas.

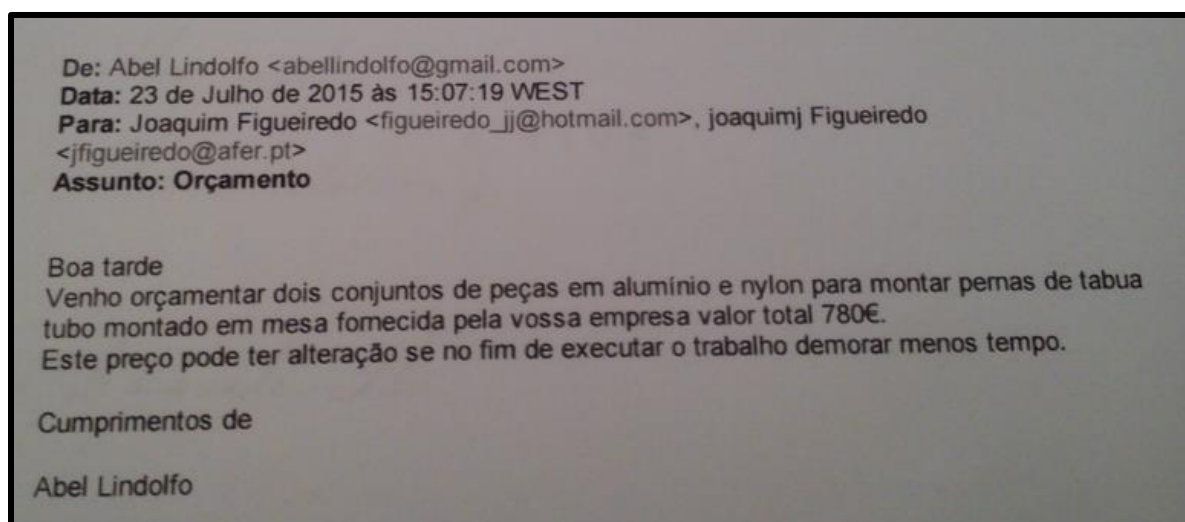


FIGURA 69 - ORÇAMENTO APRESENTADO PARA OS MOLDES DE ALUMÍNIO E NYLON

Como a empresa não dispõem de ferramentas capazes de produzir estes componentes, foi necessário subcontratar outra entidade de forma a realizar o trabalho noutra local. Antes de encomendar as peças foi requisitado um orçamento (Figura 69) para estimar o custo total da máquina. O valor apresentado para fabricar os moldes foi de 780€, no entanto devido a indisponibilidade financeira não foi possível investir esse valor, o que significa que esta proposta não pode ser implementada.

#### 4.2.5. PROPOSTA PARA MELHORIA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA TÁBUA *MAXI PLUS*

##### **Análise do problema**

Neste modelo de tábua caso seja incorporado um cesto metálico para colocar roupa é necessário acrescentar um arame na perna grande que irá suportar o cesto. Este arame é inserido manualmente por um operador nas pernas na secção da montagem, antes que a perna seja montada no tampo.

Uma vez que o espaçamento interior das pernas não é suficiente para poder colocar o arame, é necessário recorrer a uma ferramenta que deforme as pernas enquanto decorre a operação, permitindo a colocação da peça, mas sem danificar permanentemente o material (Figura 70).



**FIGURA 70 - OPERAÇÃO DE COLOCAR O ARAME**

As desvantagens desta atividade são causadas pela ferramenta utilizada uma vez que, além do esforço que exerce no operador, pode danificar as pernas de forma permanente, impossibilitando o seu uso.

##### **Proposta apresentada**

Perante a necessidade de melhorar o processo descrito, a solução proposta consiste em transferir a colocação do arame para o processo de fabrico da perna que decorre na serralharia, evitando que esta seja montado na secção da montagem quando a perna já se encontra pronta. Esta medida, irá implicar uma alteração a nível estético, uma vez que o arame irá deixar de ser zincado, passando a ser da mesma cor da tábua (Figura 71).



**FIGURA 71 - PERNA TESTE JÁ COM O ARAME PINTADO**

### **Validação da proposta**

Com o objetivo de evitar o desperdício dos recursos da empresa, antes de poder aplicar esta ideia foi necessário avaliar a melhoria proposta. Para validar esta proposta foram considerados os seguintes parâmetros:

- *Desempenho.* Para que não influencie o mecanismo de abrir e fechar a tábua, este componente necessitar de poder rodar sobre si mesmo. O principal receio é que a tinta restringisse os movimentos, afetando a funcionalidade da tábua. Por isso foi construído um modelo teste que confirmou que a perna terá o desempenho pretendido
- *Defeitos na pintura.* Foi necessário comprovar a inexistência de defeitos na pintura na junção entre a perna e o arame. A figura xxx comprova que a alteração proposta não irá causar esse tipo de falhas.
- *Alterações no processo de fabrico das pernas e na montagem das tábuas.* Na secção da montagem, a implementação desta alteração terá como consequência a eliminação de um posto de trabalho, o que liberta um operador para outras funções. No entanto foi preciso avaliar se o processo de fabrico das pernas na serralharia permite a inclusão do arame. Ao expor esta situação ao responsável desse departamento, este não apresentou qualquer entrave, validando assim a inclusão da operação.

Como os três aspetos estudados constatarem melhorias a nível da qualidade e de desempenho, a proposta foi considerada como validada.

## Implementação da proposta

Do momento em que terminou a fase de avaliação do conceito até ao final da duração do estágio, a empresa não recebeu nenhum pedido deste produto por parte dos clientes, deste modo o novo método não pode ser aplicado na produção necessária para responder à encomenda.

### 4.3. PROPOSTAS NA LINHA DOS ESCADOTES

#### 4.3.1. MELHORIA DO LAYOUT DA LINHA DOS ESCADOTES *CONFORT*

##### Análise do problema

Ao avaliar a linha que produz os escadotes *Confort* é possível constatar que o *Problema nº 3* afeta esta secção, prejudicando a sua cadência produtiva. Além da área reduzida. Fatores como a presença de componentes pouco utilizados e excedentes da produção (Figura 72), reduzem o espaço disponível, e dificultam a organização da linha.

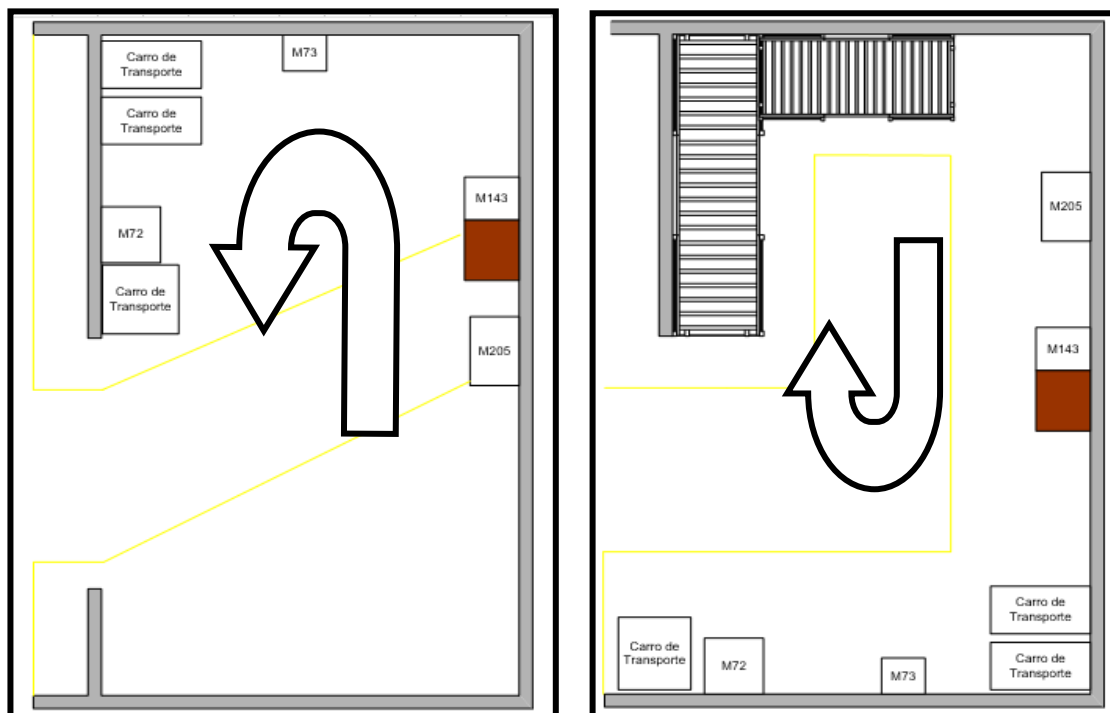


##### Proposta apresentada

**FIGURA 72 - COMPONENTES E EXCEDENTES ARMAZENADOS NA SECÇÃO**

Como forma de colmatar a falta de espaço e má organização, a solução apresentada consiste em modificar o *layout* desta linha, criando uma zona destinada a armazenar os componentes necessários, o que irá permitir uma melhor organização. No anexo xx, estão os dois *layouts* (atual e proposto) de forma perceber quais as alterações nos postos de trabalho.

Uma consequência desta proposta é o fato que a mudança na posição dos equipamentos desta linha de acordo com o *layout* proposto, implica que a inversão do fluxo produtivo do escadote (Figura 73) de forma a poder manter a sequência de operações estabelecida.



**FIGURA 73 - COMPARAÇÃO ENTRE O SENTIDO DO FLUXO DE MATERIAIS NA SECÇÃO DOS ESCADOTES**

### **Implementação da proposta**

A implementação desta proposta pode ser definida através de três etapas distintas:

- *Remoção de uma parede existente*, de forma a facilitar o transporte entre o último posto de trabalho da linha e o forno onde o escadote será embalado (Figura 74)



**FIGURA 74 - ESPAÇO OBTIDO APÓS REMOVER A PAREDE**

- *Organizar os componentes que estavam colocados na linha por cor, para poder perceber quais as referências menos usadas (Figura 75).*



**FIGURA 75 - NOVA DISPOSIÇÃO DOS COMPONENTES QUE ABASTECEM A LINHA**

- *Transportar as máquinas para a nova posição.* Esta a última etapa do processo de implantação só deverá ser executada, após as anteriores estarem concluídas, para que não haja obstáculos no deslocamento dos equipamentos, diminuindo assim o risco de os danificar. A Figura 76 mostra a posição original da M072 e a nova posição após as alterações efetuadas.



**FIGURA 76 - COMPARAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS CARROS DE TRANSPORTE E DA M072 ANTES E DEPOIS DAS ALTERAÇÕES**

### **Validação da proposta**

Não foi possível avaliar o desempenho do *layout* em estudo, uma vez que desde a sua implantação até à data de conclusão do estágio, a linha permaneceu inativa, não sendo assim possível recolher os dados necessários para comparar o tempo de ciclo e a respetiva cadência.

#### 4.4. QUADRO SÍNTESE

Neste penúltimo capítulo, como o nome indica, na Tabela 32 será feita síntese de todas as propostas apresentadas, para poder perceber de um modo geral quais foram as principais melhorias apresentadas, a sua percentagem de implantação e se o conceito foi validado, ou seja, trouxe mais-valias para a empresa.

**TABELA 32 - QUADRO SÍNTESE COM TODAS AS PROPOSTAS APRESENTADAS**

	<i>Hipótese apresentada</i>	<i>Percentagem de Implantação (%)</i>	<i>Validação do conceito</i>
Melhorias no sistema de abastecimento	Melhoria no transporte de pernas	61	Validado (meio de transporte mais eficiente)
	Melhoria no transporte de pernas <i>Rowenta</i>	100	Validado (meio de transporte mais eficiente)
	Melhoria do sistema de transporte de tampos	0	Não validado (não foram realizados testes para avaliar desempenho)
	Reorganização do armazém de materiais 1	100	Validado (melhor organização do espaço)
	Reorganização do armazém de materiais 2	50	Validado (melhor organização do espaço e poupança de tempo)
	Estante para componentes da Linha <i>Laurastar</i>	0	Validado (melhor organização do espaço)
	Alteração das etiquetas da pintura	100	Validado (sistema que facilita o trabalho)
	Alteração das identificações das caixas dos travões	100	Validado (sistema que facilita o trabalho)
	Melhoria do sistema de abastecimento	100	Validado (processo mais eficaz)
Melhorias no processo da Linha 2	Alteração do arame na perna da tábua <i>Maxi Plus</i>	0	Validado (redução de um posto de trabalho e poupança de recursos)
	Alteração do <i>layout</i> da linha	0	Não validado (não foram realizados testes para comparar desempenho)

	Alteração do processo da máquina M165	0	Não validado (não foram realizados testes para avaliar desempenho)
	Alteração do processo de produção da tábua <i>Styl</i>	0	Não validado (não foram realizados testes para comparar desempenho)
	Alteração do processo de embalamento	0	Não validado
Melhorias no processo da Linha dos escadotes <i>Confot</i>	Alteração do <i>layout</i> da linha dos escadotes metálicos	100	Não validado (não foram realizados testes para comparar desempenho)

Em suma das quinze propostas apresentadas, seis foram implementadas e validadas, uma foi implementada mas não validada, uma foi validada mas não implementada, cinco propostas não foram implementadas porque não se realizaram testes para as validar e por fim uma proposta não foi implementada porque demonstrou que não era mais rentável que a solução atual.

# 5. CONCLUSÕES

## 5.1. BALANÇO GLOBAL DO TRABALHO REALIZADO

O balanço global deste trabalho é maioritariamente positivo, uma vez que o principal objetivo foi cumprido, ou seja, foi criado e implementado um sistema de abastecimento às linhas mais eficaz que permite reduzir o número de paragens por falta de componentes e o número de deslocações que os operadores efetuavam para ir buscar componentes.

No entanto foram também identificados alguns aspetos que devem ser melhorados, devido à sua influência no desenrolar do processo. Os seguintes fatores devem ser corrigidos de forma a maximizar o rendimento deste sistema:

- Utilizar recipientes com as dimensões adequadas aos componentes que transporta e ao local onde será colocado
- Colocar guias de metal por baixo do tapete das linhas 1 e 2 de forma a facilitar o seu transporte
- Inculcar o método de trabalho nos operários para perpetuar a organização planeada

Paralelamente ao desenvolvimento do modelo de abastecimento, foram também desenvolvidos outros projetos para melhorar a organização de armazéns, os meios de transportes dos componentes e o processo das linhas. Das propostas apresentadas as que tiveram maior impacto no quotidiano da empresa foram as seguintes:

- Veículo universal para transporte de pernas
- Alteração no meio de transporte das pernas *Rowenta*
- Alteração das identificações das caixas dos travões

Estas alterações além dos ganhos financeiros que apresentam, também contribuíram para a melhoria das condições de trabalho existentes, algo que os próprios trabalhadores comprovaram.

## **5.2. PROPOSTAS A CONSIDERAR NO FUTURO**

Além de iniciar os testes para poder validar as propostas que ainda não foram implementadas, no futuro deverão ser revistos os restantes meios de transportes dos componentes utilizados, para reduzir o esforço exercido pelos funcionários o que irá facilitar o abastecimento, para que este processo seja mais eficaz e eficiente e consuma menos recursos.

Outra opção que no futuro deverá ser explorada é a criação de um sistema de informação que permita ao funcionário encarregue dos abastecimentos, saber a cada instante, quais os produtos que têm a ser fabricados e os respetivos componentes, assim como todas as alterações que possa surgir na programação da produção

Para finalizar, a nível pessoal esta experiência foi muito gratificante, já que este estágio possibilitou uma aproximação ao ambiente industrial, algo que não seria possível de outra forma. É também de salientar a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico e poder enriquecer as competências transversais através do relacionamento com os profissionais com quem foi possível contactar

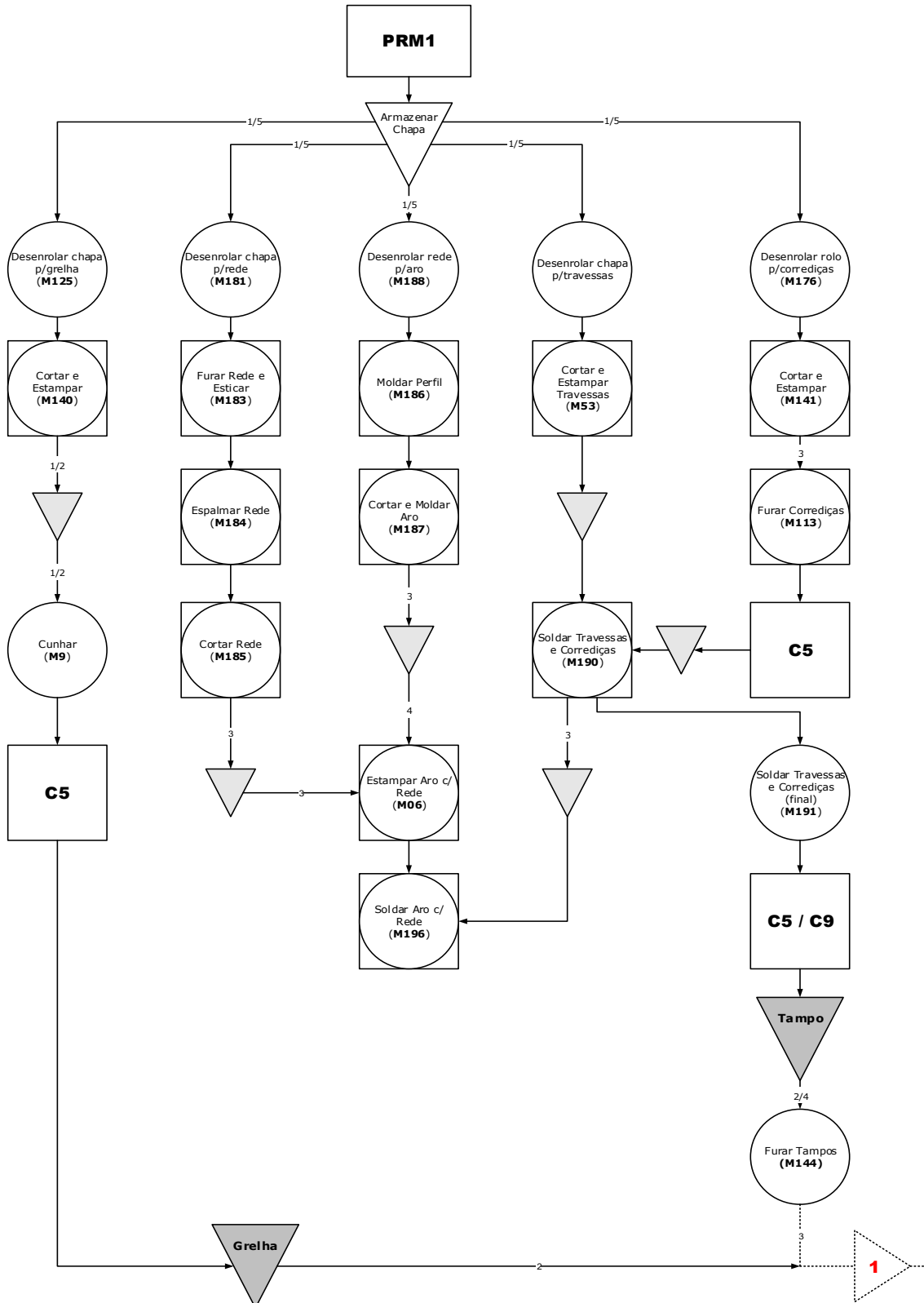
## *Referências Documentais*

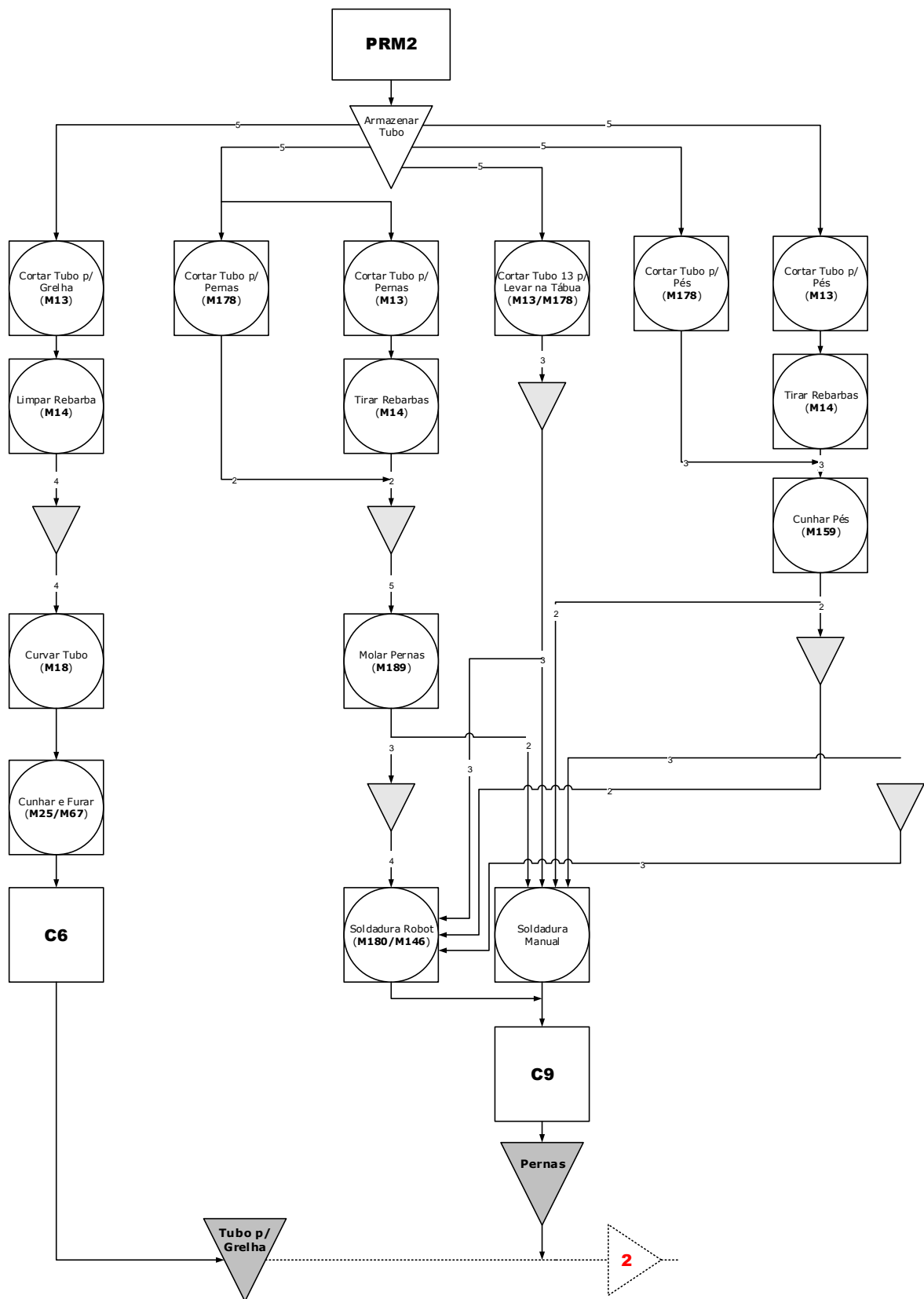
- [1] Kothari, C.R., (2004), *Research Methodology: Methods and Techniques*, New Age International Publishers, 2º Edição
- [2] FUTE S.A., (2015), *História*  
<http://www.afer.pt/pt/empresa.2/historia.29/historia.a16.html>, consultado em maio 2015
- [3] Ávila, P, (2008), *Tipologia dos Sistemas de Produção*, Instituto Superior de Engenharia do Porto
- [4] Domingues, M.. (2011), *A Importância do Programa 5S para a Implantação de um Sistema da Qualidade*, Curitiba  
<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/33698/MARCO%20AURELIO%20DOMINGUES.pdf?sequence=1&isAllowed=y> , consultado em setembro 2015
- [5] Ferreira, F., (2014), *Aplicação da Metodologia SMED numa Linha de Envernizamento/Pintura de Revestimentos de Cortiça*, Instituto Superior de Engenharia do Porto
- [6] Carravilha, M., (1998), *Layouts Balanceamento das Linhas*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- [7] Fonseca, M., (2011), *Sistema integrado de balanceamento de linhas de produção na indústria do calçado*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57575/1/000145901.pdf> , consultado em setembro 2015
- [8] Gonçalves, J., (2010), *Gestão de Aprovisionamentos*, 2ª edição, Publindustria
- [9] Braga, L, Pimenta, C, Vieira, J, (2008), *Gestão de Armazenagem de um Supermercado de Pequeno Porte*, *Revista P&D em Engenharia de Produção* N°08 (2008)  
[http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V06N02/n08\\_art04.pdf](http://www.revista-ped.unifei.edu.br/documentos/V06N02/n08_art04.pdf), consultado em setembro 2015

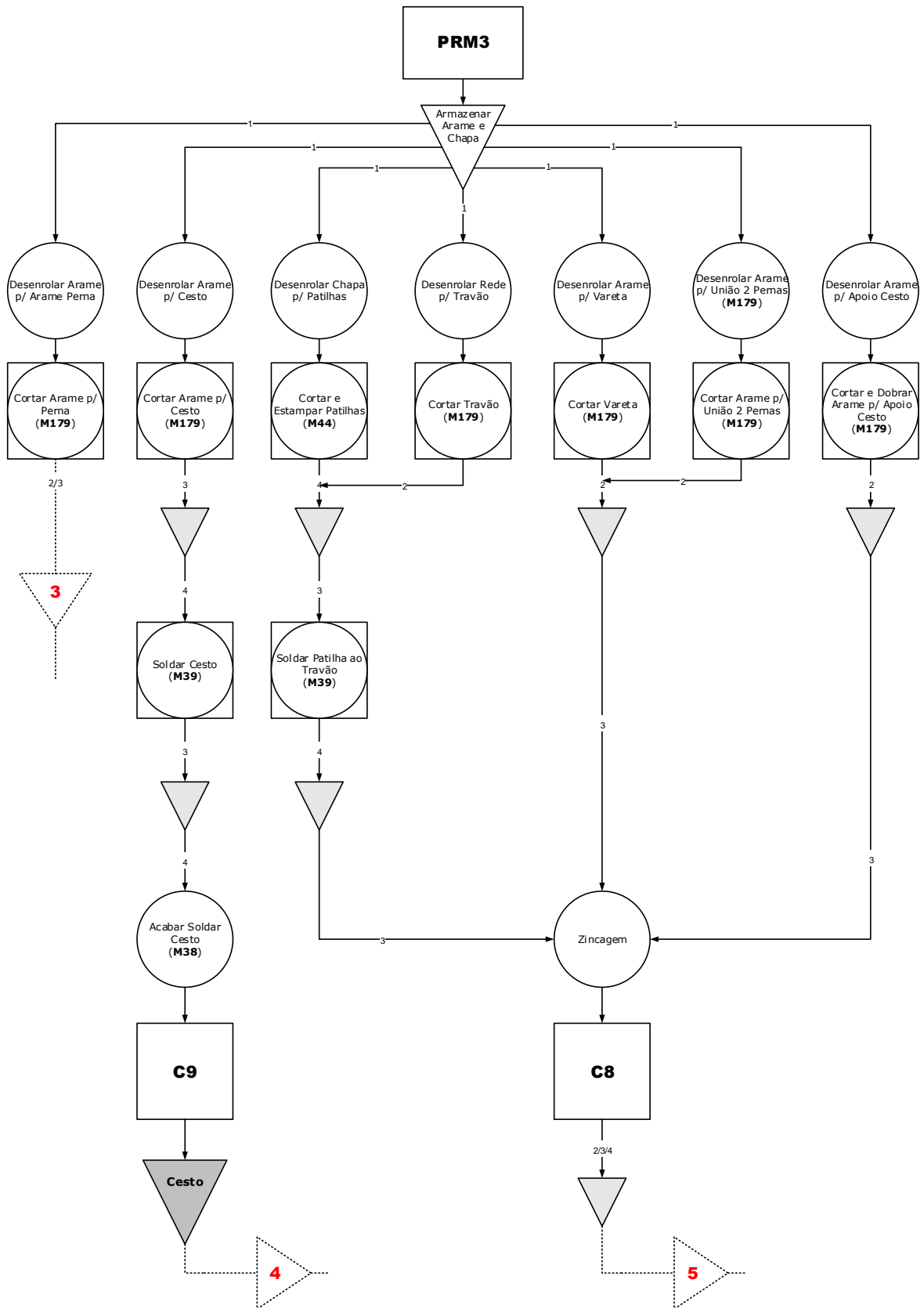
- [10] Silva, M., Princípios da Economia de Movimentos, Instituto Superior de Engenharia do Porto
- [11] Amaral, F., Ergonomia, Universidade Estadual do Maranhão  
<http://teste.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2010/07/o-que-e-ergonomia.pdf> , consultado em setembro 2015
- [12] Azevedo, R., (2015), Melhoria e Automação de Linhas de Montagem, Instituto Superior de Engenharia do Porto
- [13] Gonçalves, W., (2009), Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na Gestão de Empreendimentos e Obras, Instituto Superior Técnico de Lisboa  
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395138970511/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>, consultado em setembro 2015
- [14] Rocha, G., Alves, A, (2010), Implementação de um Sistema Pull numa Linha de Montagem de Componentes Elétricos, Universidade do Minho, Escola de Engenharia  
[http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/18864/1/CLME2011GR\\_AA\\_FB.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/18864/1/CLME2011GR_AA_FB.pdf) , consultado em setembro 2015
- [15] Lean Institute Brasil, (2009), Gestão Visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças  
<http://www.lean.org.br/leanmail/74/gestao-visual-para-apoiar-o-trabalho-padrao-das-liderancas.aspx> , consultado em setembro 2015
- [16] Silva, M., A Medida do Trabalho, Instituto Superior de Engenharia do Porto
- [17] Silva, M., (2007), Estudos de Tempos e Métodos Parte 3 – A Medida do Trabalho, Instituto Superior de Engenharia do Porto
- [18] Silva, M., (2009), Cronometragens dos Tempos - Exercícios, Instituto Superior de Engenharia do Porto
- [19] Quinta, F., (2011), Uma Proposta de Otimização no Sistema Produtivo do Calçado - Estudo dos tempos e métodos para dois modelos, Universidade do Minho, Escola de Engenharia  
[http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/19592/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Filipa%20Mina\\_2011.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/19592/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Filipa%20Mina_2011.pdf) , consultado em setembro 2015

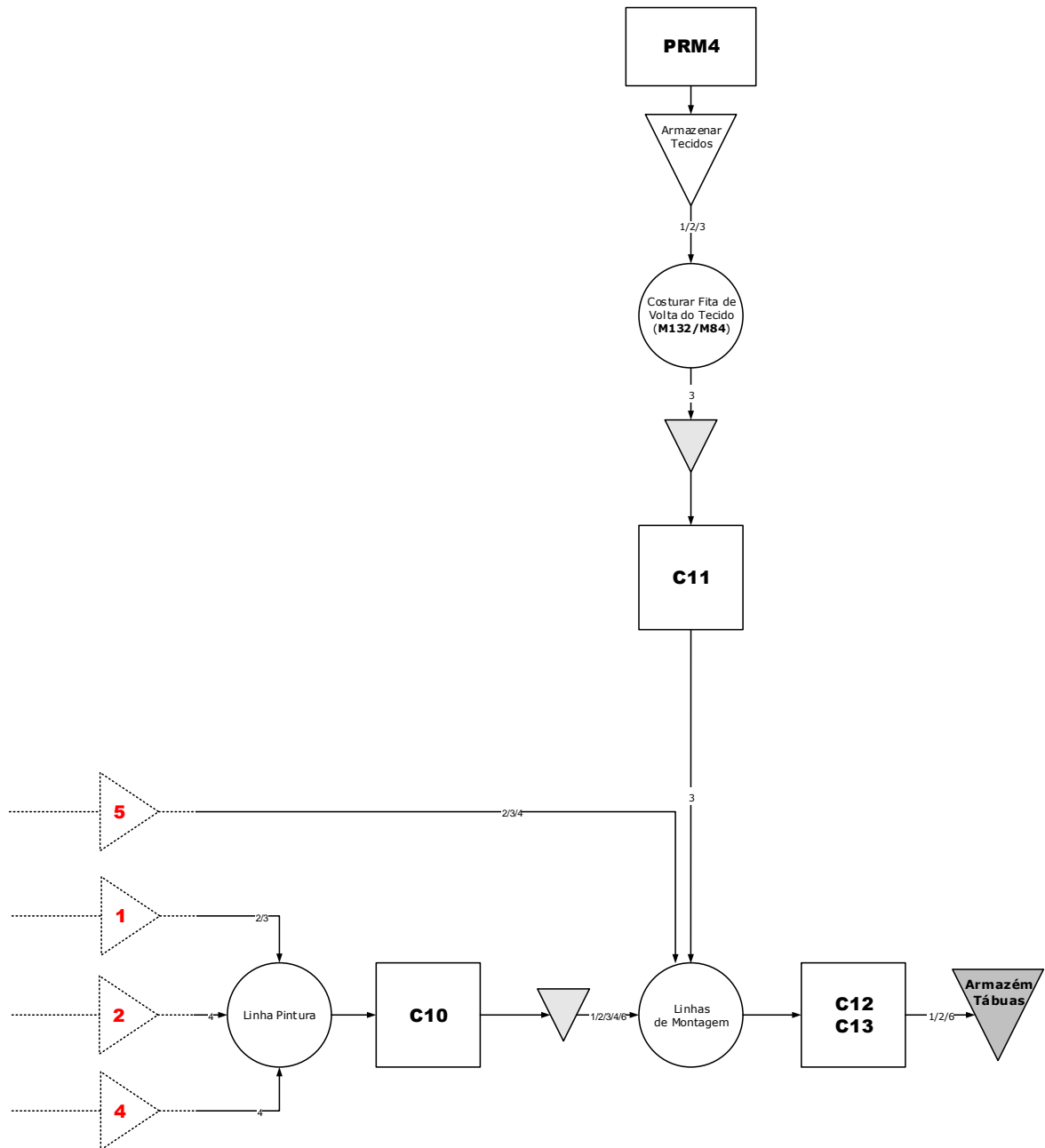
- [20] Ávila, P., (2010), Metodologia de Análise e Melhoria do Processo, Instituto Superior de Engenharia do Porto
- [21] Santos, D., (2015), Eficiência do Picking, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/78411/2/111934.pdf> , consultado em setembro 2015
- [22] Sousa, P. (2009), Layout de um Armazém de Stock no Jerónimo Martins, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/62074/1/000148816.pdf> , consultado em setembro 2015

# Anexo A. Diagrama de fluxo para a tábua Maxi Plus Electric



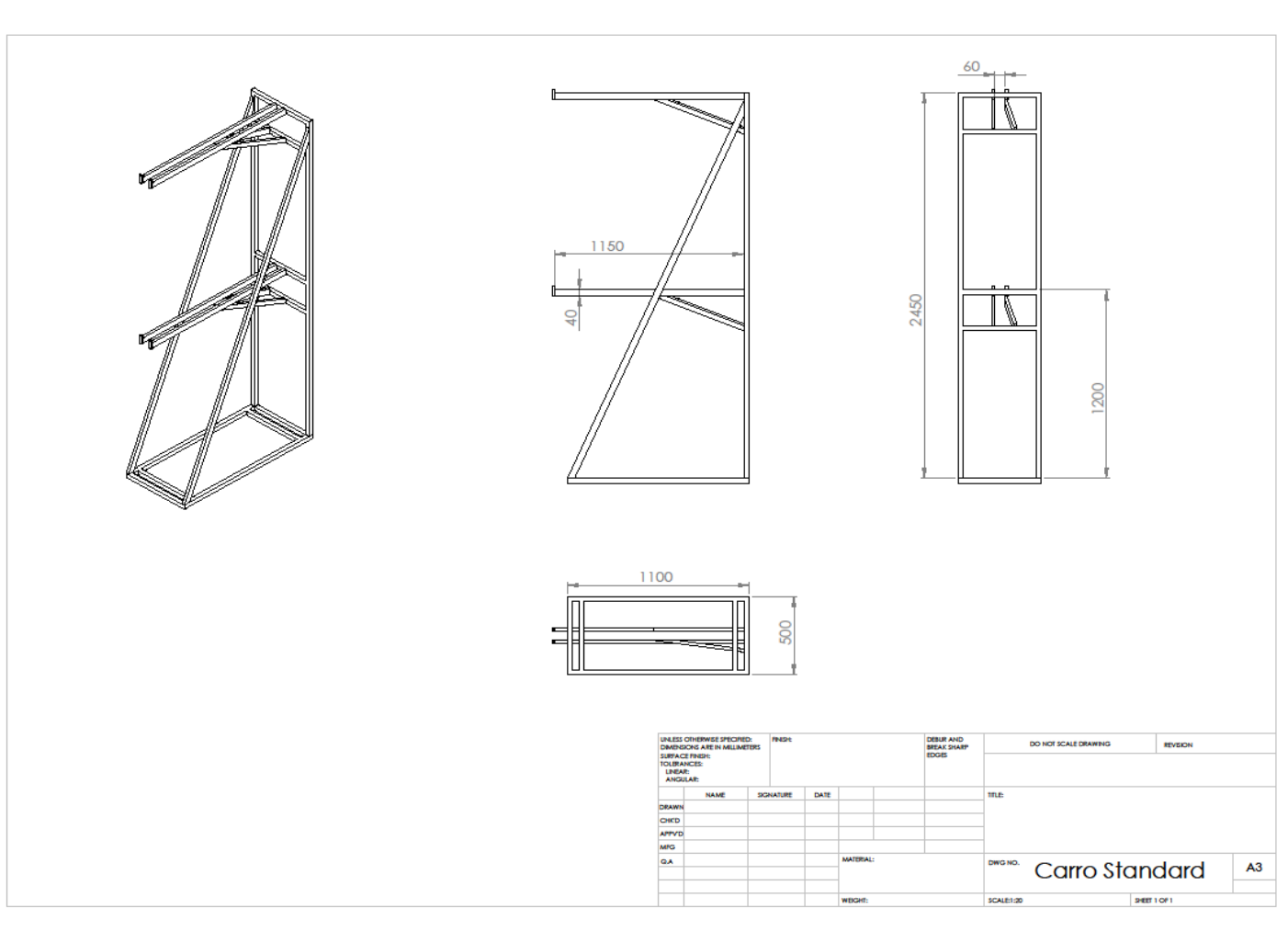






- 1 – Empilhador
- 2 – Porta – Paletes
- 3 – Manual
- 4 – Carro
- 5 – Ponte
- 6 – Empilhador Elétrico - Mota

## Anexo B. Desenho técnico do carro universal projetado



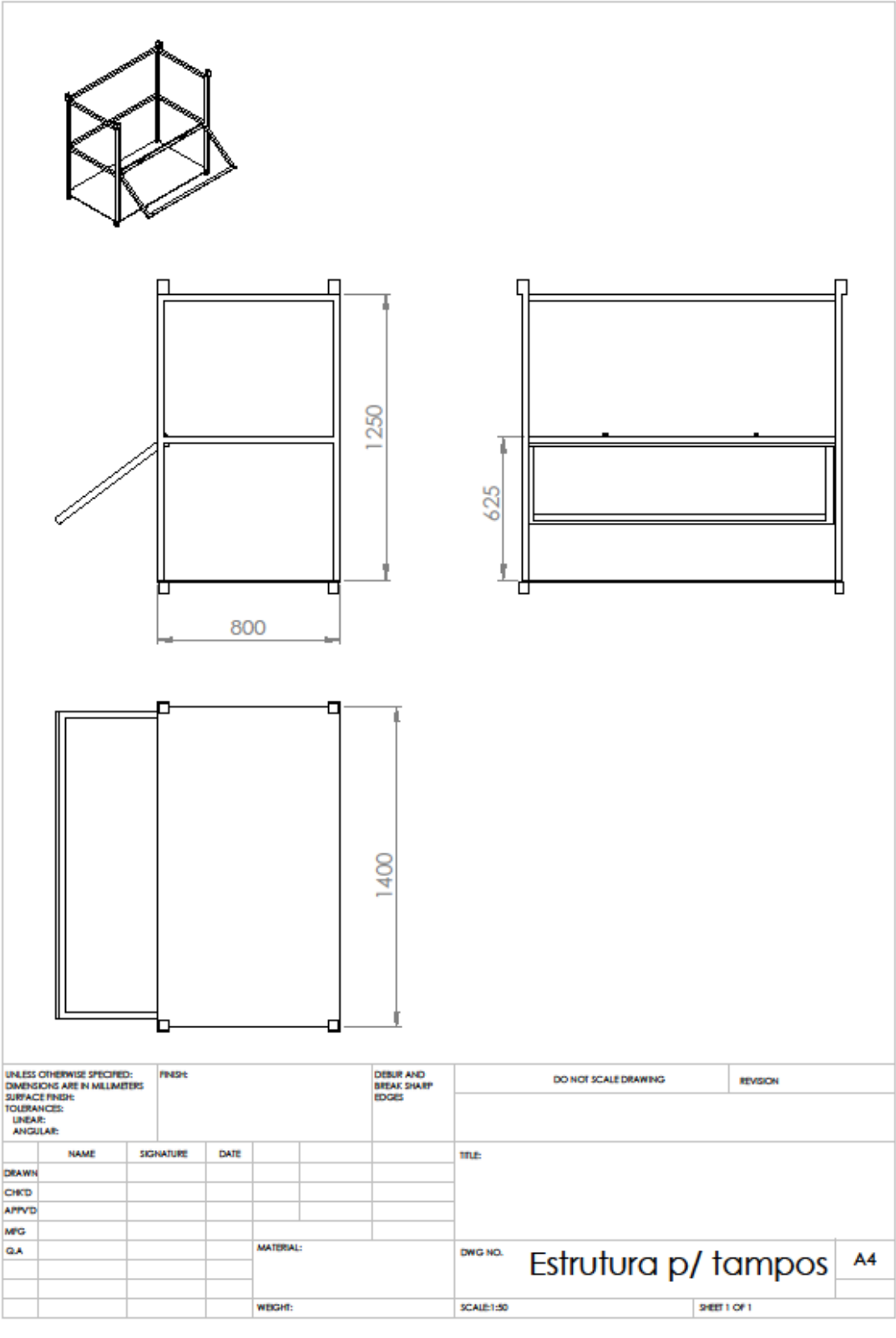
## Anexo C. Cálculo do preço do processo de alteração dos veículos

**TABELA 33 - CÁLCULO DOS CUSTOS DE ALTERAÇÃO DOS VEÍCULOS**

Recurso utilizado		Custo unitário		Quantidades necessárias por 1 carro		Custos Discriminados por carro (€)		Quantidade necessária para 72 carros		Custos Discriminados para 72 carros (€)	
Materiais	Tube 40x20 mm	0,93	€/m	3,200	m	2,98	230,400	m	214,27		
	Solda	1,36	€/Kg	0,450	Kg	0,61	32,400	Kg	44,06		
	Tinta em pó	2,45	€/Kg	1,333	Kg	3,27	96,000	Kg	235,20		
	Tiras de Nylon	27,60	€/placa (2m <sup>2</sup> )	0,176	m <sup>2</sup>	2,43	12,672	m <sup>2</sup>	174,87		
	Vedante cola	9,20	€/emb	0,167	emb	1,53	12	emb	110,40		
Mão-de-obra	Construção	7,00	€/hora	65,00	min	7,58	4680,00	min	546,00		
Energia	Eletricidade (máq. soldar)	0,144	€/kWh	0,319	kWh	0,05	22,950	kWh	3,30		
Outros	Linha Pintura	1,24	€/suspensão	2	suspensões	2,48	144	suspensões	178,56		

<b>Nº de carros Total</b>	72
<b>Custo Total (1 carro)</b>	20,93 €
<b>Custo Total Previsto</b>	1.506,67 €

# Anexo D. Desenho técnico da estrutura para tampos



## Anexo E. Cálculo da área necessária para o *stock* existente

**TABELA 34 - CÁLCULO DA ÁREA REQUERIDA PARA OS VÁRIOS COMPONENTES**

Designação	Tipo de Caixa	Dimensões da Caixa (mm)			Quantidades/caixa	Quantidades Disponíveis			Área Despendida (m <sup>2</sup> )
		Lar.	Comp.	Alt.		Stock	Curso	Nº caixas	
Amortecedor Lado Fixo	1	600	400	270	1500	9000	1300	7	1,680
Chumaceira p/Tábua Branca	4	560	380	270	900	16200	300	19	4,043
Chumaceira p/Tábua Preta	4	560	380	270	900	1800		2	0,426
Dobrad. Direita Tab.211 BR.V2	1	600	400	270	100	4500	450	50	12,000
Dobrad. Esquerda Tab.211 BR.V2	1	600	400	270	100	4400	450	49	11,760
Dobradiça Direita p/Tábua	1	600	400	270	100	100		1	0,240
Dobradiça Esquerda Preta	1	600	400	270	100	50		1	0,240
Dobradiça Exterior Dir.p/Tábua	1	600	400	270	500	4000	100	9	2,160
Dobradiça Exterior Esq.p/Tábua	1	600	400	270	500	3500	300	8	1,920
Dobradiça Interior p/Tábua Pr.	1	600	400	270	600	7200	400	13	3,120
Guarnição p/Rodas Lado Fixo	3	800	410	330	200	8400	100	43	14,104
Guarnição p/Rodas Lado Móvel	3	800	410	330	400	7600	350	20	6,560
Posicionador Alt. Tábua	4	560	380	270	1600	1600	1000	2	0,426
Posicionador Alt. Tábua 206	4	560	380	270	200	800		4	0,851
Roda c/Eixo 86.0 mm 2K	1	600	400	270	240	14400	100	61	14,640
Rodas Pequenas 27 mm V2	4	560	380	270	1400	12600	700	10	2,128
Suporte p/Rodas Lado Fixo	2	590	410	540	80	1200	975	28	6,773
Suporte p/Rodas Lado Móvel	2	590	410	540	108	2916	216	29	7,015
Tampa Direita p/Roda Lado Móvel	4	560	380	270	1700	11900	200	8	1,702
Tampa Esquerda p/Roda Lado Móvel	4	560	380	270	1700	9100	1000	6	1,277

Tampa p/Rodas Dir. Lado Fixo	4	560	380	270	1300	7800	100	7	1,490
Tampa P/Rodas Esq. Lado Fixo	4	560	380	270	1300	11700		9	1,915
Tampa p/Tubo p/Tábua Pr.	4	560	380	270	5600	11200		2	0,426
Tampas p/Dobradiça p/Tábua Pr.	4	560	380	270	2600	5400	1300	3	0,638
Terminal c/furo Preto Táb. Go+	5	590	400	260	500	2470	400	6	1,416
Terminal s/furo Preto Táb. Go e Go+	6	590	400	510	500	1000	200	3	0,708

## Anexo F. Cálculo da taxa de ocupação da estante (1300x1800)

**TABELA 35- CÁLCULO DA TAXA DE OCUPAÇÃO PARA A ESTANTE**

Patamares 2,3	Tipo de Caixa	Dimensões da Caixa (m)			Área/caixa (m <sup>2</sup> )	Nº de Caixas Máximo	Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Porcentagem utilização (%)
		Lar	Comp	Alt					
	1	0,600	0,400	0,270	0,240	35,067	47,760	136,20	
	4	0,560	0,380	0,270	0,213		15,322	43,69	
	5	0,590	0,400	0,260	0,236		1,416	4,04	
Totais							64,498	183,93	

Patamares 1,4	Tipo de Caixa	Dimensões da Caixa (m)			Área/caixa (m <sup>2</sup> )	Nº de Caixas Máximo	Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Porcentagem utilização (%)
		Lar	Comp	Alt					
	2	0,590	0,410	0,540	0,242	31,687	13,788	43,51	
	3	0,800	0,410	0,330	0,328		20,664	65,21	
	6	0,590	0,400	0,510	0,236		0,708	2,23	
Totais							35,160	110,96	

**TABELA 36 - CONTINUAÇÃO DA TABELA 35**

Área Total Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Taxa Ocupação (%)
66,754	99,658	149,29

## Anexo G. Cálculo da taxa de ocupação da estante (800x1800 / 1500x1800)

**TABELA 37 - CÁLCULO DA TAXA DE OCUPAÇÃO PARA A ESTANTE (800x1800 / 1500x1800)**

Patamares 2,3	Tipo de Caixa	Dimensões da Caixa (m)			Área/caixa (m <sup>2</sup> )	Nº de Caixas Máximo	Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Percentagem utilização (%)
		Lar	Comp	Alt					
	1	0,600	0,400	0,270	0,240	40,162	47,760	118,92	
	4	0,560	0,380	0,270	0,213		189	15,322	38,15
	5	0,590	0,400	0,260	0,236		170	1,416	3,53
Totais								64,498	160,59

Patamares 1,4	Tipo de Caixa	Dimensões da Caixa (m)			Área/caixa (m <sup>2</sup> )	Nº de Caixas Máximo	Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Percentagem utilização (%)
		Lar	Comp	Alt					
	2	0,590	0,410	0,540	0,242	166	40,162	13,788	34,33
	3	0,800	0,410	0,330	0,328	122		20,664	51,45
	6	0,590	0,400	0,510	0,236	170		0,708	1,76
Totais								35,160	87,55

**TABELA 38 - CONTINUAÇÃO DA TABELA 37**

Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Taxa Ocupação (%)
80,324	99,658	124,07

## Anexo H. Cálculo da taxa de ocupação da estante (800x1800 / 1500x1800 / 1100x1800)

**TABELA 39 - CÁLCULO DA TAXA DE OCUPAÇÃO PARA A ESTANTE (800x1800/1500x1800/1100x1800)**

Patamares 2,3	Tipo de Caixa	Dimensões da Caixa (m)			Área/caixa (m <sup>2</sup> )	Nº de Caixas Máximo	Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Porcentagem utilização (%)
		Lar	Comp	Alt					
	1	0,600	0,400	0,270	0,240	43,402	47,760	110,04	
	4	0,560	0,380	0,270	0,213		15,322	35,30	
	5	0,590	0,400	0,260	0,236		1,416	3,26	
Totais							64,498	148,61	

Patamares 1,4	Tipo de Caixa	Dimensões da Caixa (m)			Área/caixa (m <sup>2</sup> )	Nº de Caixas Máximo	Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Porcentagem utilização (%)
		Lar	Comp	Alt					
	2	0,590	0,410	0,540	0,242	43,402	13,788	31,77	
	3	0,800	0,410	0,330	0,328		20,664	47,61	
	6	0,590	0,400	0,510	0,236		0,708	1,63	
Totais							35,160	81,01	

**TABELA 40 - CONTINUAÇÃO DA TABELA 39**

Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Taxa Ocupação (%)
86,804	99,658	114,81

## Anexo I. Cálculo da taxa de ocupação da estante (800x1800/ 1500x1800/ 1100x1800 com 4 patamares)

**TABELA 41 - CÁLCULO DA TAXA DE OCUPAÇÃO PARA A ESTANTE (800x1800/1500x1800/1100x1800 COM 4 PATAMARES)**

Patamares 2,3,4	Tipo de Caixa	Dimensões da Caixa (m)			Área/caixa (m <sup>2</sup> )	Nº de Caixas Máximo	Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Porcentagem utilização (%)
		Lar	Comp	Alt					
	1	0,600	0,400	0,270	0,240	65,560	47,760	72,85%	
	4	0,560	0,380	0,270	0,213		15,322	23,37%	
	5	0,590	0,400	0,260	0,236		1,416	2,16%	
Totais							64,498	98,38%	

Patamares 1,5	Tipo de Caixa	Dimensões da Caixa (m)			Área/caixa (m <sup>2</sup> )	Nº de Caixas Máximo	Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Porcentagem utilização (%)
		Lar	Comp	Alt					
	2	0,590	0,410	0,540	0,242	43,707	13,788	31,55%	
	3	0,800	0,410	0,330	0,328		20,664	47,28%	
	6	0,590	0,400	0,510	0,236		0,708	1,62%	
Totais							35,16	80,45%	

**TABELA 42 - CONTINUAÇÃO DA TABELA 41**

Área Disponível (m <sup>2</sup> )	Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	Taxa Ocupação (%)
109,267	99,658	91,21

## Anexo J. Área necessária de acordo com o material recebido até Julho de 2015

**TABELA 43 - CÁLCULO DO ESPAÇO REQUERIDO PARA OS MATERIAIS RECEBIDOS NO ANO DE 2015**

Data	Designação	Tipo de Caixa	Quantidades / caixa	Quantidades Recebidas		Área Necessária
				Unidades	Nº caixas	
04-fev	Suporte p/Rodas Lado Fixo	2	80	7260	91	22,022
	Suporte p/Rodas Lado Móvel	2	108	9240	86	20,812
06-fev	Dobrad. Esquerda Tab.211 BR.V2	1	100	1600	16	3,840
	Dobrad. Direita Tab.211 BR.V2	1	100	1600	16	3,840
16-fev	Dobrad. Esquerda Tab.211 BR.V2	1	100	8100	81	19,440
	Dobrad. Direita Tab.211 BR.V2	1	100	8100	81	19,440
21-abr	Dobradiça Esquerda Preta	1	100	150	2	0,480
	Dobradiça Direita p/Tábua	1	100	150	2	0,480
27-abr	Suporte p/Rodas Lado Fixo	2	80	4880	61	14,762
	Suporte p/Rodas Lado Móvel	2	108	5832	54	13,068
30-abr	Posicionador Alt. Tábua	4	1600	1600	1	0,213
	Roda c/Eixo 86.0 mm 2K	1	240	10080	42	10,080
	Amortecedor Lado Fixo	1	1500	10000	7	1,680
	Dobrad. Esquerda Tab.211 BR.V2	1	100	1700	17	4,080
	Dobrad. Direita Tab.211 BR.V2	1	100	1700	17	4,080

04-mai	Guarnição p/Rodas Lado Fixo	3	200	10650	54	17,712
	Tampa P/Rodas Esq. Lado Fixo	4	1300	17457	14	2,982
	Tampa p/Rodas Dir. Lado Fixo	4	1300	16900	13	2,769
	Tampa Esquerda p/Roda Lado Móvel	4	1700	5626	4	0,852
	Guarnição p/Rodas Lado Móvel	3	400	8650	22	7,216
	Roda c/Eixo 86.0 mm 2K	1	240	10080	42	10,080
	Chumaceira p/Tábua Branca	4	900	15646	18	3,834
	Rodas Pequenas 27 mm V2	4	1400	30368	22	4,686
	Dobrad. Esquerda Tab.211 BR.V2	1	100	6000	60	14,400
	Dobrad. Direita Tab.211 BR.V2	1	100	6000	60	14,400
21-mai	Suporte p/Rodas Lado Fixo	2	80	2880	36	8,712
	Suporte p/Rodas Lado Móvel	2	108	2268	21	5,082
11-jun	Roda c/Eixo 86.0 mm 2K	1	240	5280	22	5,280
	Guarnição p/Rodas Lado Móvel	3	400	2000	5	1,640
	Chumaceira p/Tábua Branca	4	900	5400	6	1,278
	Tampa Esquerda p/Roda Lado Móvel	4	1700	9100	6	1,278
	Dobrad. Direita Tab.211 BR.V2	1	100	2000	20	4,800
	Dobrad. Esquerda Tab.211 BR.V2	1	100	4000	40	9,600
	Tampa Direita p/Roda Lado Móvel	4	1700	9100	6	1,278
21-jul	Roda c/Eixo 86.0 mm 2K	1	240	4800	20	4,800
	Dobrad. Direita Tab.211 BR.V2	1	100	6100	61	14,640
	Dobrad. Esquerda Tab.211 BR.V2	1	100	4100	41	9,840
	Guarnição p/Rodas Lado Fixo	3	200	3817	20	6,560
	Chumaceira p/Tábua Branca	4	900	9900	11	2,343

## Anexo K. Área necessária de acordo com as necessidades semanais

**TABELA 44 – CÁLCULO DA MÉDIA SEMANAL DE MODELOS PRODUZIDOS, COM BASE EM DADOS DE 2014**

Dados de 2014		
Modelo da Tábua	Média Mensal	Média Semanal
S3	0	0
S4	23	6
S7	2807	1300
GO	393	98
Go+	165	41

**TABELA 45 - CÁLCULO DA QUANTIDADE DE COMPONENTES CONSOANTE AS NECESSIDADES SEMANAIS DE CADA MODELO**

	Designação	Tipo de Caixa	Qauntidade / Caixa	Qauntidade / Tábua	Quantidades necessárias		Área Necessária (m <sup>2</sup> )
					Unidades	Caixas	
S3/S4	Amortecedor Lado Fixo	1	1500	1	6	1	0,240
	Chumaceira p/Tábua Preta	4	900	1	6	1	0,213
	Dobradiça Direira p/Tábua	1	100	1	6	1	0,240
	Guarnição p/Rodas Lado Fixo	3	200	1	6	1	0,328
	Guarnição p/Rodas Lado Móvel	3	400	1	6	1	0,328
	Roda c/Eixo 86.0 mm 2K	1	240	2	12	1	0,240
	Rodas Pequenas 27 mm V2	4	1400	2	12	1	0,213
	Suporte p/Rodas Lado Móvel	2	108	1	6	1	0,242

	Tampa Direita p/Roda Lado Móvel	4	1700	1	6	1	0,213
	Tampa Esquerda p/Roda Lado Móvel	4	1700	1	6	1	0,213
	Tampa p/Rodas Dir. Lado Fixo	4	1300	1	6	1	0,213
	Tampa P/Rodas Esq. Lado Fixo	4	1300	1	6	1	0,213
	Tampas p/Dobradiça p/Tábua Pr.	4	2600	1	6	1	0,213

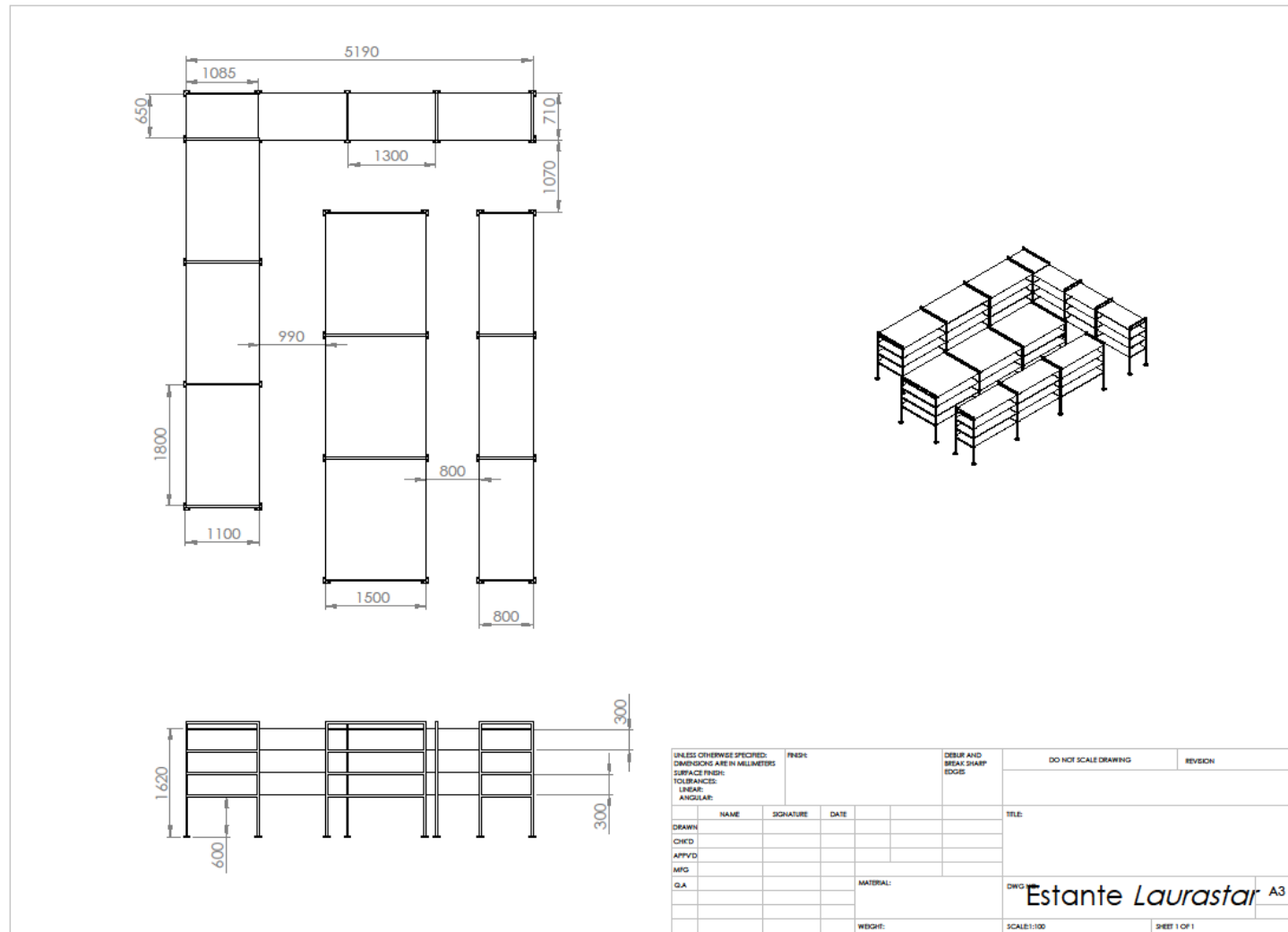
S7	Amortecedor Lado Fixo	1	1500	1	1300	1	0,240
	Chumaceira p/Tábua Branca	4	900	2	2600	3	0,639
	Dobrad. Direita Tab.211 BR.V2	1	100	1	1300	13	3,120
	Dobrad. Esquerda Tab.211 BR.V2	1	100	1	1300	13	3,120
	Guarnição p/Rodas Lado Fixo	3	200	1	1300	7	2,296
	Guarnição p/Rodas Lado Móvel	3	400	1	1300	4	1,312
	Roda c/Eixo 86.0 mm 2K	1	240	2	2600	11	2,640
	Rodas Pequenas 27 mm V2	4	1400	2	2600	2	0,426
	Suporte p/Rodas Lado Fixo	2	80	1	1300	17	4,114
	Suporte p/Rodas Lado Móvel	2	108	1	1300	13	3,146
	Tampa Direita p/Roda Lado Móvel	4	1700	1	1300	1	0,213
	Tampa Esquerda p/Roda Lado Móvel	4	1700	1	1300	1	0,213
	Tampa p/Rodas Dir. Lado Fixo	4	1300	1	1300	1	0,213
	Tampa P/Rodas Esq. Lado Fixo	4	1300	1	1300	1	0,213

GO+	Dobradiça Interior p/Tábua Pr.	1	600	1	41	1	0,240
	Dobradiça Exterior Esq.p/Tábua	1	500	1	41	1	0,240
	Dobradiça Exterior Dir.p/Tábua	1	500	1	41	1	0,240
	Posicionador Alt. Tábua	4	1600	1	41	1	0,213
	Roda c/Eixo 86.0 mm 2K	1	240	2	83	1	0,240

	Tampas p/Dobradiça p/Tábua Pr.	4	1300	1	41	1	0,213
	Tampa p/Tubo p/Tábua Pr.	4	5600	1	41	1	0,213
	Terminal c/furo Preto Táb. Go+	5	500	1	41	1	0,236
	Terminal s/furo Preto Táb. Go e Go+	6	500	1	41	1	0,236

GO	Dobradiça Interior p/Tábua Pr.	1	600	1	98	1	0,240
	Dobradiça Exterior Esq.p/Tábua	1	500	1	98	1	0,240
	Dobradiça Exterior Dir.p/Tábua	1	500	1	98	1	0,240
	Posicionador Alt. Tábua	4	1600	1	98	1	0,213
	Tampas p/Dobradiça p/Tábua Pr.	4	1300	1	98	1	0,213
	Tampa p/Tubo p/Tábua Pr.	4	5600	1	98	1	0,213
	Terminal s/furo Preto Táb. Go e Go+	6	500	1	98	1	0,236

# Anexo L. Desenho técnico da estante projetada para a linha *Laurastar*



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
DRAWN:		NAME	SIGNATURE	DATE		TITLE:			
CHK'D:									
APP'VD:									
MFG:									
QA:									
		MATERIAL:				DWG: <b>Estante Laurastar</b> A3			
		WEIGHT:				SCALE: 1:100		SHEET 1 OF 1	

# Anexo M. Orçamento para chapas zincadas pedido à Alves & Caetano, Lda

## Pedido de Orçamento

Pedido de Orçamento Nº - 2059

Data Emissão - 05.08.2015

Hora Emissão - 16:40:09

14 - Alves & Caetano, Lda

Zona Industrial - Apartado 2005

3700 - Cesar

Telefone - 256 851040; (256 851695 fab.de

Fax - 256 851257

V/ Nº Contribuinte - 500310025

V/ Refª	Refª	Designação	Quant.	Un.	Dt. Entrega
		Chapa Zincada 800x1800x2 mm	9,000		07.08.2015
		Chapa Zincada 1500x1800x2 mm	9,000		07.08.2015
		Chapa Zincada 1100x1800x2 mm	9,000		07.08.2015
		Chapa Zincada 1300x710x2 mm	6,000		07.08.2015
		Chapa Zincada 1270x710x2 mm	3,000		07.08.2015

Software PHC - Processado por

### Condições de Pagamento -

Local de Entrega - N/ Instalações

Horário para Entrega : 2ª a 5ª Feira: 08h 00m - 12h 30m; 13h 30m - 16h 00m  
(N/ Instalações)

6ª Feira: 08h 00m - 12h 30m

Este Pedido de Compra fica considerado como tendo sido por V/ aceite, se até 48 h após o seu envio, nada em contrário nos for transmitido.

O material não será recepcionado, no caso de incumprimento das Condições de Entrega definidas, sem o N/ consentimento

Aquando da entrega do material, no V/ documento, deverá obrigatoriamente, constar o nº do N/ Pedido de Compra, sob pena de não ser possível recepcionar a mercadoria

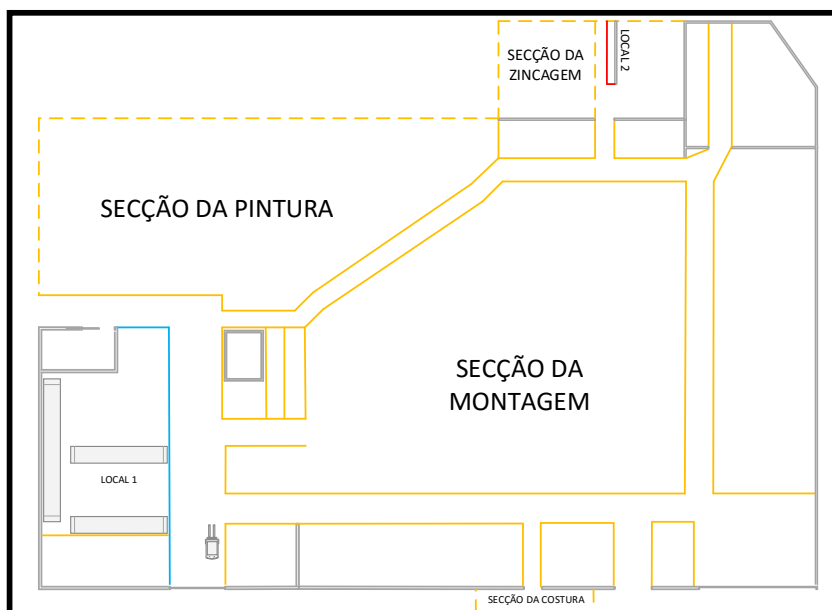
M

## Anexo N. Listagem de componentes que são abastecidos continuamente (Linha 1)

Posto	Componentes	Local Armazenamento
Mesa 1 (M1)	Parafusos ZN 3,5x13 mm	LOCAL 1
	Peça Preta	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Branco	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Preto	LOCAL 1
	Travões Homie / Simple	LOCAL 2

Posto	Componentes	Local Armazenamento
M075 (Tapete)	Abraça. Gre.Metálica/Tbl Top/Man	LOCAL 2
	Abraçadeira Perna Gr Metálica	LOCAL 2
	Peça Preta	LOCAL 1
	Vareta Homie - Simple - Act - Primera	LOCAL 2

Posto	Componentes	Local Armazenamento
M075 (Tapete)	Abraça. Gre.Metálica/Tbl Top/Man	LOCAL 2
	Abraçadeira Perna Gr Metálica	LOCAL 2
	Peça Preta	LOCAL 1
	Vareta Homie - Simple - Act - Primera	LOCAL 2

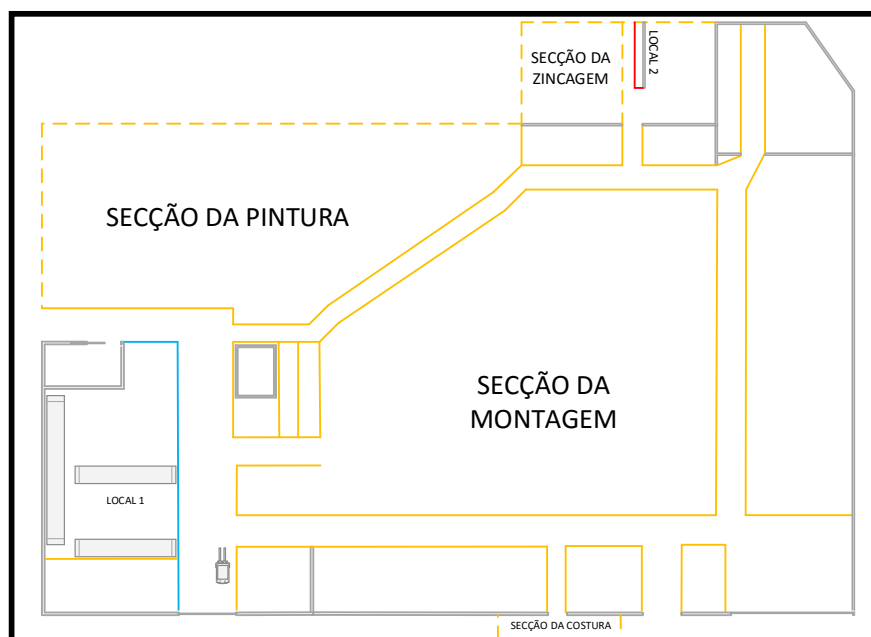


## Anexo O. Listagem de componentes que são abastecidos continuamente (Linha 2)

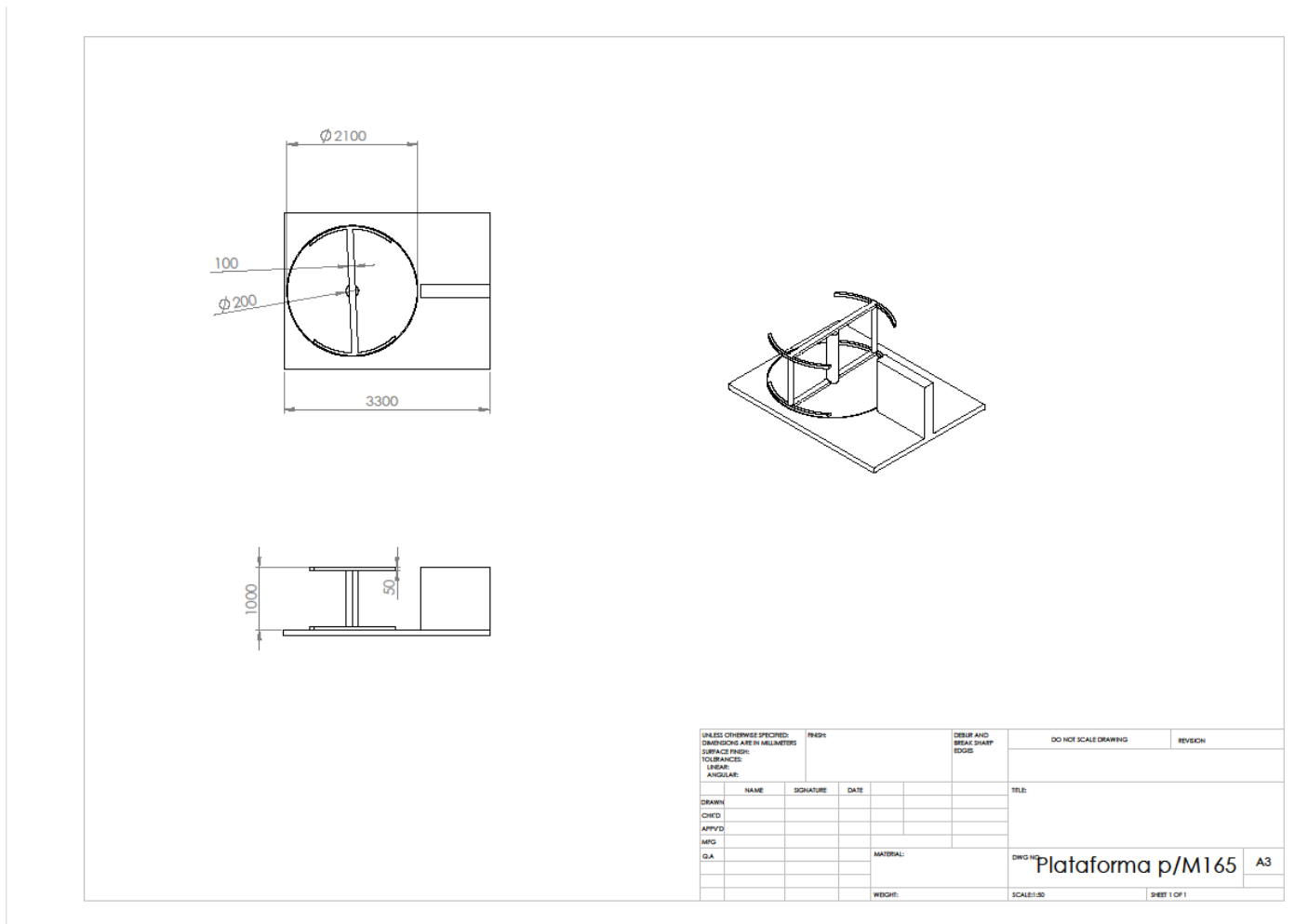
Posto	Componentes	Local Armazenamento
Mesa 1 (M1)	Apoio p/ Cesto <i>Primera</i>	LOCAL 2
	Apoio p/ Cesto <i>Suprema</i>	LOCAL 2
	Mola Torção ZN 14x104	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Amarelo T	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Azul Ral	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Branco	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Cinza	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Laranja	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Nature	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Preto	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Rosa	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Roxo	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Verde-claro	LOCAL 1
	Terminal 8 mm Man Vermelho	LOCAL 1
	Travões <i>Elegance</i>	LOCAL 2
	Travões <i>Homie / Simple</i>	LOCAL 2
	Travões <i>Primera</i>	LOCAL 2
	Travões <i>Primera Pro</i>	LOCAL 2
	Travões <i>Suprema</i>	LOCAL 2

Posto	Componentes	Local Armazenamento
M165	Anilha 1/2 Cana 22 mm Branco	LOCAL 1
	Anilha 1/2 Cana 22 mm Metalizado	LOCAL 1
	Anilha 1/2 Cana 22 mm Preto	LOCAL 1
	Rebite S.F. ZN 8x81 Cab.Chata 12mm	LOCAL 1
	Rebite S.F. ZN 8x88 Cab.Chata 12mm	LOCAL 1

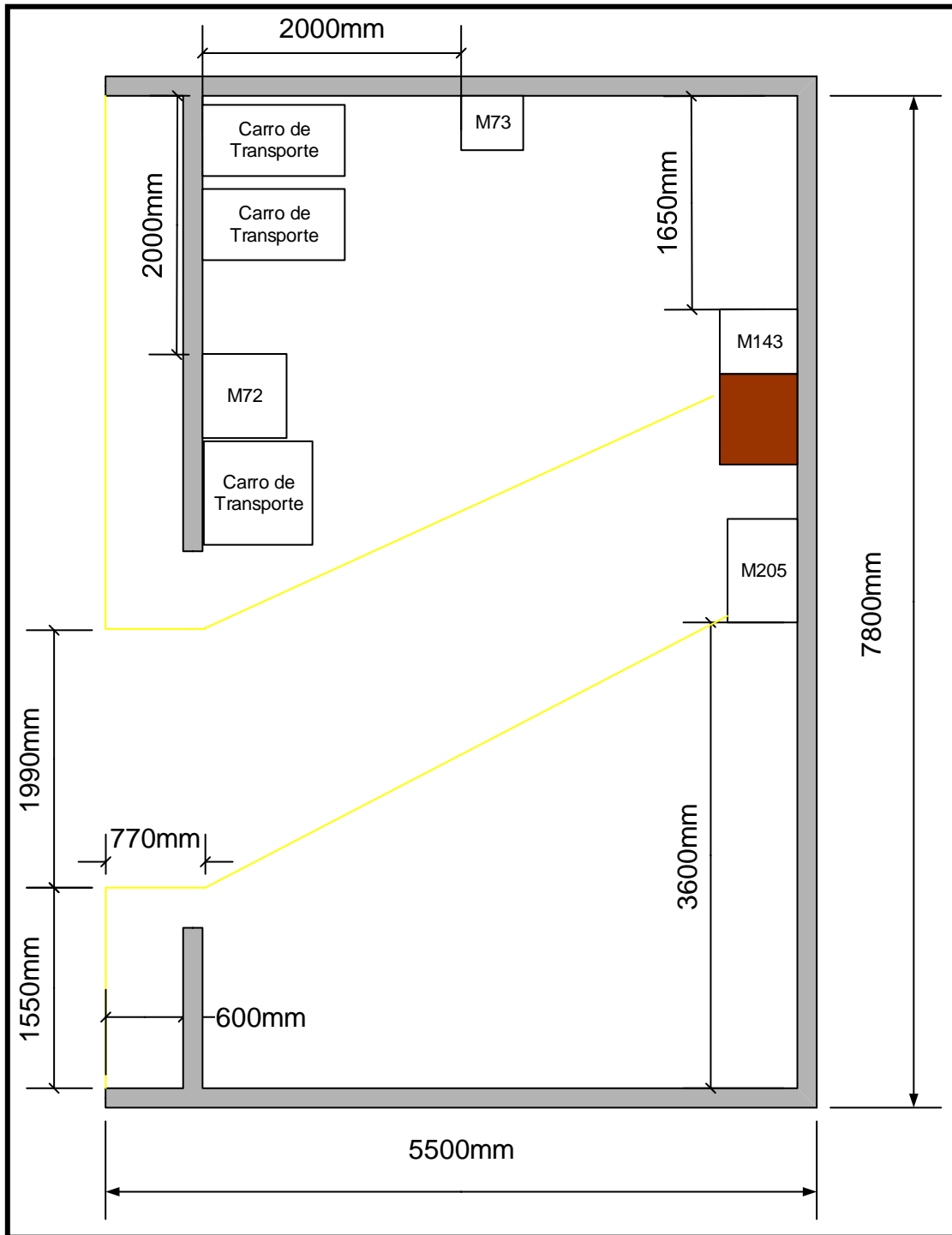
Posto	Componentes	Local Armazenamento
M074 (Tapete)	Anilha 1/2 cana furo 6,7 Preto	LOCAL 1
	Anilha Caneleira 28x7x11 Branco	LOCAL 1
	Anilha Caneleira 28x7x11 Cinza	LOCAL 1
	Arame 6x105 mm (Tábua <i>Act</i> )	LOCAL 2
	Arame 6x175 mm (Tábua <i>Suprema</i> )	LOCAL 2
	Arame 6x200 mm (Tábua <i>Primera</i> )	LOCAL 2
	Arame 8x200 mm (Tábua <i>Act</i> )	LOCAL 2
	Tube 10x220 mm (Tábua <i>Act</i> )	LOCAL 2
	Barra AFER	LOCAL 2
	Parafusos ZN 3,5x13 mm	LOCAL 1
	Peça Preta	LOCAL 1
	Rebites Pop Alu 5x12 mm	LOCAL 1
	Vareta <i>Homie - Simple - Act - Primera</i>	LOCAL 2
	Vareta <i>Teflonix - Elegance - Ergon</i>	LOCAL 2



## Anexo P. Desenho técnico da plataforma giratória para a M165



Anexo Q. *Layout* original da secção dos escadotes *Confort* (com contas)



Anexo R. *Layout* proposto para a secção dos escadotes *Confort* (com cotas)

